

VIDRIADO CON ATENUACION ACUSTICA MEJORADA A BAJAS TEMPERATURAS

Campo de la invención

- 5 Este invento se refiere al campo de vidrio laminado automotriz.

Contexto de la invención

- 10 En respuesta a los requerimientos gubernamentales para alcanzar mayor ahorro de combustible del parque automotor, así como a la creciente conciencia y demanda pública de productos eco-amigables y energéticamente eficientes, fabricantes de equipo original automotriz a nivel mundial han estado trabajando con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de sus vehículos.

- 15 Uno de los elementos clave de esta estrategia para mejorar eficiencia ha sido el concepto de reducción de peso. Frecuentemente, materiales y procesos convencionales, más tradicionales y menos costosos están siendo reemplazados por otros, nuevos e innovadores, que, aunque a veces son más costosos, tienen mayor utilidad que los materiales y procesos que reemplazan debido a su menor peso y correspondiente mejora en eficiencia de consumo de combustible.

- 20 Al reducir el peso de un vehículo, se pueden hacer mejoras sustanciales en consumo de energía. Esto es especialmente importante para vehículos eléctricos donde las mejoras se traducen directamente en un incremento en la autonomía del vehículo, lo cual es una preocupación clave para los consumidores.

- 25 Por muchos años, un parabrisas automotriz estándar tuvo un espesor de 5.4mm. En años más recientes, hemos visto una reducción de espesor a 4.75mm. Mientras que una reducción de 0.65mm no puede parecer significativa, a una densidad de 2600kg por metro cúbico para vidrio flotado estándar de cal sodada, cada milímetro de espesor ahorrado reduce el peso a 2.6kg por metro cuadrado. El peso de un parabrisas típico de 30 1.2 metros cuadrados al pasar de 5.4mm a 4.75mm de espesor es menor por un poco

más de 2kg. En un vehículo con un total de 6 metros cuadrados de vidrio, una reducción de espesor de 1mm en todas las ventanas se traduce en un ahorro de 15.6kg.

Además, el área cubierta por vidrio en vehículos se ha incrementado constantemente y en el proceso ha desplazado otros materiales más pesados. Los populares techos panorámicos grandes son solo un ejemplo de esta tendencia. Un parabrisas panorámico es uno en el que el borde superior se ha extendido sustancialmente de manera que compone una porción del techo del vehículo.

Sin embargo, hay límites en cuanto a qué tan delgado puede ser el vidrio cuando se emplea vidrio de cal sodada recocido. El esfuerzo bajo la presión del viento siempre ha sido un factor a considerar. Con la tendencia hacia parabrisas cada vez más grandes, en particular, la presión del viento es cada vez más una preocupación. Al mismo tiempo, el vidrio se está convirtiendo en un elemento estructural en más y más vehículos. Los vidrios contribuyen a la rigidez y tenacidad de un carro. Ventanas de vidrio fijas, luego de ser unidas con un poliuretano de curado suave, están siendo montadas con adhesivos de módulos más altos. Como resultado, el vidrio, antes aislado por una empaquetadura de goma y adhesivos de butilo suave, está ahora mucho más sujeto a fuerzas por los baches de la carretera y torsión del vehículo.

Hoy en día, parabrisas con una capa externa de 2.1mm, una capa interna de 1.6mm y una lámina intermedia de 0.76mm, totalizando poco menos de 4.5mm en espesor total, están volviéndose comunes. Esto puede estar cerca al límite que se puede lograr con vidrio de cal sodada recocido convencional.

El uso de vidrio más delgado y el empleo de vidrio templado químicamente están entre las tecnologías claves para reducir el espesor y el peso de las ventanas.

Si bien hay un número de factores que influyen la transmisión de sonido, entre los más importantes están la densidad y la masa. Al reducirse la densidad y masa, el nivel de sonido se incrementa. Cuando el vidrio automotriz se hace más delgado y ligero, la atenuación de sonido se degrada con la reducción de masa. La densidad también influye

con algunas composiciones usadas comúnmente para templado químico y que tienen menor densidad que el vidrio de cal sodada.

5 La atenuación de sonido se incrementa cuando la energía encuentra un cambio en la densidad del material que atraviesa. El cambio de densidad, yendo de vidrio a plástico a vidrio en un laminado estándar, resulta en una mejor atenuación que un vidrio monolítico del mismo espesor.

10 Un método para contrarrestar la degradación de la atenuación que resulta del uso de un vidrio más delgado y ligero, así como para mejorar la atenuación en laminados ordinarios, ha sido el uso de capas internas acústicas en vidrio laminado. Capas que pueden amortiguar el sonido, por encima del nivel de atenuación de un laminado normal, se componen completa o parcialmente de una capa de plástico que es más suave y flexible que la que normalmente se usa. Es típica una reducción de hasta 6 dB a ciertas
15 frecuencias.

Una capa intermedia de PVB automotriz no acústico tendrá una temperatura de transición de vidrio típica de ~20 C, mientras que un PVB acústico puede tener una tan baja como 0 C. A temperaturas normales para una sala de ensamble (<20 C), las capas
20 de PVB acústico pueden ser difíciles de trabajar. Éstas tienden a ser muy blandas, flácidas y pegajosas, haciéndolas trabajosas de manipular y posicionar sobre el vidrio mientras se ensambla. Se necesitan temperaturas más bajas que las normales de una sala de ensamble para ensamblar laminados que se componen de estos tipos de PVB acústico monolítico. Para enfrentar esta desventaja, se han introducido un número de capas
25 intermedias triples. En el producto de capa intermedia triple, el material blando está intercalado entre dos capas delgadas de PVB ordinario. La manipulación es similar a la capa intermedia de PVB ordinario.

Una de las desventajas de una capa intermedia de PVB acústico es que el desempeño
30 cae con la temperatura. A menores temperaturas, una capa intermedia acústica no es mejor que una capa intermedia estándar.

En ese sentido, sería ventajoso ser capaz de mantener la atenuación acústica a temperaturas bajas.

Breve resumen de la invención

- 5 La atenuación de sonido a temperaturas bajas se mejora al agregar un circuito de calentamiento resistivo al vidrio. Pueden usarse una variedad de medios, pero no se limitan a: frita de plata impresa, recubrimiento conductivo aplicado al vidrio, película recubierta conductiva y filamento embebido. El circuito de calentamiento se necesita para descongelar o desempañar y puede diseñarse para consumir la mínima cantidad de potencia.
- 10

Ventajas:

- Operación extendida a bajas temperaturas.
 - Se fabrica usando procesos y equipos estándares en la industria de vidrio automotriz.
- 15

Breve descripción de los dibujos

Figura 1A	Sección transversal de un vidrio laminado típico.
Figura 1B	Sección transversal de un vidrio laminado típico con recubrimiento y película de desempeño acústico.
Figura 2	Vista explosionada de un parabrisas con capa interna de PVB acústico y circuito de calentamiento resistivo de serigrafía de pasta de
Figura 3	Vista explosionada de un parabrisas con capa interna de PVB acústico y circuito de calentamiento resistivo basado en recubrimiento conductivo transparente aplicado en la cara dos del
Figura 4	Vista explosionada de un parabrisas con capa interna de PVB acústico y circuito de calentamiento resistivo basado en una película conductiva transparente
Figura 5	Vista explosionada de un parabrisas con capa interna de PVB acústico y circuito de calentamiento resistivo de filamento embebido.

Numerales de referencia

2	Vidrio
4	Capa intermedia de plástico
6	Oscurecimiento
18	Recubrimiento
34	Línea de bus
42	Película recubierta
46	Plata
48	Filamento
101	Cara uno
102	Cara dos
103	Cara tres
104	Cara cuatro
201	Vidrio externo
202	Vidrio interno

Descripción detallada de la invención

- 5 La terminología a continuación se usa para describir el vidrio laminado de la invención.

Un típico vidrio laminado automotriz se ilustra en las Figuras 1A y 1B. El laminado se compone de dos capas de vidrio, la exterior 201 y la interior 202 que están permanentemente adheridas por una capa plástica 4 (capa intermedia). La superficie del
10 vidrio que está al exterior del vehículo se conoce como cara uno 101 o la superficie número uno. La cara opuesta del vidrio externo 201 es la cara dos 102 o la superficie número dos. La superficie de vidrio 2 que da al interior del vehículo es la cara cuatro 104 o la superficie número cuatro. La cara opuesta del vidrio interior 202 es la cara tres 103 o la superficie número tres. Las caras dos 102 y tres 103 están adheridas por la capa
15 plástica cuatro 4. Un oscurecimiento 6 también puede ser aplicado al vidrio. Los oscurecimientos normalmente se componen de una frita de esmalte impreso sobre la cara dos 102 o la cara cuatro 104 o en ambas. El vidrio laminado también puede componerse de un recubrimiento 18 en una o más superficies. El vidrio laminado

también puede comprender una película 12 laminada entre al menos dos capas plásticas
4.

La mayoría de vidrio plano del mundo se fabrica mediante el proceso de flotación de
5 vidrio, que fue comercializado por primera vez en los años 1950's. En el proceso de
flotación de vidrio, la materia prima es fundida en un gran recipiente refractario y el
vidrio derretido es extruido desde el recipiente sobre un baño de estaño fundido donde
el vidrio flota. El espesor del vidrio es controlado por la velocidad a la cual el vidrio es
extraído del recipiente. A medida que el vidrio se enfría y se endurece, la lámina de
10 vidrio se transfiere a rodillos.

Distinguimos entre la cara "aire" del vidrio flotado y la cara "estañada". Un delgado
recubrimiento de estaño permanece en el vidrio que es fluorescente y puede ser
detectado con luz ultravioleta.

15

Los tipos de vidrio 2 que pueden ser empleados incluyen, pero no se limitan a: vidrio de
cal sodada variedad típica en vidrio automotriz, así como también aluminosilicato,
aluminosilicato de litio, boro-silicato, cerámicos de vidrio y varios otros compuestos
sólidos inorgánicos que atraviesan una transición de vidrio y son clasificados como
20 vidrios incluidos aquellos que no son transparentes. Las capas de vidrio pueden
comprender vidrio absorbente de infrarrojos, así como composiciones reflectantes de
infrarrojos u otras clases de recubrimientos.

Las capas de vidrio pueden ser recocidas o endurecidas. Hay dos procesos que pueden
25 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. Fuerzas de
30 compresión de hasta 1,000 MPa son posibles.

El vidrio laminado de seguridad se fabrica al adherir dos planchas de vidrio (201 & 202) de vidrio recocido 2 utilizando una capa de plástico adherente compuesto de una lámina delgada de termoplástico transparente 4 como se muestra en la Figura 1. El vidrio recocido es vidrio que se ha enfriado lentamente desde su temperatura de curvado hasta el rango de la transición de vidrio. Este proceso libera cualquier esfuerzo residual que haya quedado dentro del vidrio durante el proceso de curvado. El vidrio recocido se rompe en grandes pedazos con bordes afilados. Cuando un vidrio laminado se rompe, los pedazos rotos se mantienen pegados, a manera de las piezas de un rompecabezas, gracias a la capa de plástico que ayuda a mantener la integridad estructural del vidrio.

5 Un vehículo con un parabrisas roto aún puede ser operado. La capa de plástico 4 también ayuda a prevenir la penetración de objetos que impacten al vidrio laminado desde el exterior y en el caso de un choque, se mejora la capacidad de retención de ocupantes.

10 La frita de esmalte negro está compuesta de pigmentos, portadores, aglutinantes y vidrio finamente pulido. Otros materiales también se agregan para potenciar ciertas propiedades, el templado al fuego, anti-adherencia, resistencia química, etc. La banda negra se aplica al vidrio usando una malla de seda o proceso de serigrafía antes de los procesos de calentamiento y curvado del vidrio. Se dice que la banda ha sido

15 “quemada” cuando esto ocurre. Es un proceso de vitrificación que es muy similar al proceso usado para aplicar acabados de esmalte en accesorios de baño, alfarería, porcelanato y demás aplicaciones.

20 La serigrafía oscura de la banda negra cumple un rol tanto funcional como estético. La pintura sustancialmente opaca de la banda negra sobre el vidrio sirve para proteger el adhesivo de poliuretano que pega el vidrio al vehículo de la luz ultravioleta y la degradación que ésta causa. También sirve para esconder dicho adhesivo a la vista exterior del vehículo. La banda negra debe ser durable, persistiendo la vida del vehículo bajo toda exposición y condiciones climáticas. Como parte de los requerimientos estéticos, la serigrafía debe tener una apariencia brillante y ser consistente entre piezas a

25 través del tiempo. Una parte fabricada hoy debe ser idéntica a una producida y en servicio por 20 años. Las piezas también deben ser parejas con otras piezas del vehículo que podrían no ser manufacturadas por el mismo fabricante o podrían no tener la misma

30

formulación o frita. El esmalte negro automotriz estándar (fritas) se ha desarrollado para cumplir estos requisitos.

5 Las capas de vidrio se forman utilizando curvado por gravedad, curvado en prensa, curvado en frío o algún otro medio convencional conocido en la industria. Los métodos de gravedad y prensa son muy conocidos en la industria y no serán descritos en la presente aplicación.

10 El curvado en frío es una tecnología relativamente nueva. Como su nombre sugiere, el vidrio es curvado mientras está frío a su geometría final, sin el uso de calor. En piezas con una curvatura mínima, una plancha plana de vidrio puede ser curvada en frío al contorno de la pieza. Esto es posible porque a medida que el espesor del vidrio se reduce, las láminas se vuelven cada vez más flexibles y pueden ser curvadas sin inducir niveles de esfuerzo lo suficientemente altos para incrementar la probabilidad de quiebre a largo plazo. Planchas delgadas de vidrio de cal sodada, con espesores de alrededor de 15 1mm, pueden ser curvadas con radios de curvatura cilíndricos elevados (más de 6 metros). Cuando el vidrio ha sido química o térmicamente templado, puede soportar mucho mayores niveles de esfuerzo y puede ser curvado en ambos ejes principales. El proceso es usado principalmente para curvar láminas delgadas de vidrio ($\leq 1\text{mm}$) 20 templadas químicamente.

Geometrías cilíndricas pueden ser formadas con un radio de curvatura en una dirección de menos de 4 metros. Geometrías de curvatura compuestas, es decir, curvatura en la dirección de ambos ejes principales pueden formarse con un radio de curvatura en cada 25 dirección tan pequeño como aproximadamente 8 metros. Por supuesto, mucho depende del área de la superficie de las piezas y los tipos y espesores de los sustratos.

El vidrio curvado en frío permanecerá en tensión y tenderá a distorsionar la forma de la capa curva sobre la cual se adhiere. Por lo tanto, la capa curva debe ser compensada 30 para contrarrestar la tensión. Para lograr formas más complejas, con un alto nivel de curvatura, el vidrio plano podría necesitar ser curvado térmicamente de manera parcial previa al curvado en frío.

El vidrio que será curvado en frío se coloca sobre una capa curvada con una lámina de adherencia colocada entre vidrio a ser curvado en frío y la capa curva. El ensamble es colocado dentro de lo que se conoce como bolsa de vacío. La bolsa de vacío es un
5 arreglo hermético de láminas plásticas, confinando el vidrio ensamblado y siendo pegado en los bordes, lo que permite que el aire sea evacuado del vidrio y también que se aplique presión sobre el ensamble forzando a todas las láminas a estar en contacto entre ellas. El ensamble, dentro de la bolsa de vacío, es calentado para sellarlo. Luego es introducido a una autoclave, que le aplicará calor y alta presión. Esto completa el
10 proceso de curvado en frío, dado que el vidrio plano se ha conformado a la forma del vidrio curvo y se ha fijado a él permanentemente. El proceso de curvado en frío es muy similar al proceso de bolsa de vacío/autoclave estándar, conocido en la industria, excepto por tener una lámina no curva adicionada a la pila de vidrio.

15 El vidrio de cal sodada flotado, totalmente templado por calor, con una tenacidad compresiva en el rango de por lo menos 70 MPa, puede ser empleado en todas las partes del vehículo menos el parabrisas. El vidrio templado térmicamente posee una capa de 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
20 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 del proceso automotriz típico de templado al calor están en el rango de 3.2mm a 3.6mm. Esto es debido a la rápida transferencia de calor que se requiere. No es posible conseguir la alta compresión
25 superficial con vidrio más delgado usando los sistemas convencionales de presión de aire con soplador de templado.

Los vidrios automotrices regularmente hacen uso de composiciones de vidrio absorbente de calor para reducir la carga solar en el vehículo. Si bien las ventanas con
30 absorción infrarroja pueden ser muy efectivas reduciendo la carga solar, el vidrio se calentará y transferirá algo de la energía absorbida a la cabina a través de convección y radiación de calor. Un método más eficiente es reflejar la energía de regreso a la

atmósfera antes de que pueda calentar el vidrio o el interior de la cabina. Esto se consigue utilizando diversas películas y recubrimientos que reflejan la energía infrarroja. Los recubrimientos y películas infrarrojas generalmente son muy blandos para ser aplicados a una superficie de vidrio expuesta a los elementos. En su lugar,
5 deben ser fabricados como una de las capas internas del producto laminado para prevenir daño y degradación de la película o recubrimiento.

Una de las grandes ventajas de una ventana laminada sobre un vidrio templado monolítico es que un laminado puede usar recubrimientos infrarrojos y películas además
10 de composiciones y capas absorbentes de calor.

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

Las películas de reflexión infrarroja incluyen tanto plásticos con recubrimiento metálico
20 como películas ópticas no metálicas basadas en compuestos orgánicos. La mayoría de películas reflectantes se componen de un sustrato plástico con capas de recubrimiento metálico reflectante aplicado sobre él.

La capa adhesiva 4 de plástico (capa intermedia) tiene la función principal de unir las
25 caras principales de las capas adyacentes entre sí. El material seleccionado es típicamente un plástico transparente. Para el uso automotriz, la capa adhesiva 4 o capa intermedia más utilizada es butiral de polivinilo (PVB). Además de butiral de polivinilo, polímeros ionoplásticos, etilenvinilacetato (EVA), resina líquida fundida (CIP, por sus siglas en inglés) y poliuretano termoplástico (TPU) también pueden ser utilizados. Las
30 capas intermedias disponen de capacidades mejoradas más allá de unir las capas de vidrio.

La invención se compone de al menos una capa interna diseñada para atenuar sonido. Capas adicionales y películas de desempeño pueden usarse en conjunto a la capa de atenuación acústica.

- 5 Las capas de plástico automotrices se fabrican con un proceso de extrusión, con una tolerancia en el espesor y variación de procesos. Dado que una superficie lisa tiende a adherirse al vidrio, haciendo difícil colocarla sobre el vidrio y atrapar aire, para facilitar la manipulación del vidrio y la eliminación del vidrio del laminado, la superficie del plástico normalmente tiene un relieve que contribuye a la variación de la lámina.
- 10 Espesores estándar para láminas de PVB automotrices son 0.38mm y 0.76mm (15 y 30 mil).

- Los circuitos de calentamiento resistivos se incluyen comúnmente en lunetas automotrices para asistir la visibilidad e incrementar la seguridad al derretir la nieve y
- 15 limpiar el empañamiento. Los circuitos de calentamiento también se proveen en algunos parabrisas. En vehículos que tienen limpia parabrisas escondidos debajo de la línea del capot cuando no están en uso se necesita un área calentada de reposo de limpia parabrisas para evitar la acumulación de nieve y hielo en el área de reposo cuando está en uso. Parabrisas que tienen cámaras de seguridad también requieren un circuito de
- 20 calentamiento que puede aclarar la porción del parabrisas que está en el campo de visión de la cámara. La mayoría de vehículos están equipados con sistemas de descongelamiento de parabrisas con aire caliente. Algunos también cuentan con calentamiento resistivo a lo largo de todo el parabrisas. Existe un número de tecnologías en uso actualmente para la producción de varios tipos de circuitos de calentamiento. En
- 25 general, para la mayoría de climas y vidrios típicos, se necesita una densidad de potencia de por lo menos 4 – 5 vatios por decímetro cuadrado para un buen desempeño de descongelamiento. Para aplicaciones más demandantes, como la zona de reposo de los limpiaparabrisas, se emplean densidades de potencia tan altas como 15 vatios por decímetro cuadrado.

30

La temperatura de conmutación óptima está alrededor de 10 – 20 C, aunque varía con la tecnología y el fabricante. Del mismo modo, el rango del límite inferior varía. Una

densidad de potencia en el rango de 2.5 – 3 vatios es suficiente para elevar y mantener la temperatura del material conmutable cerca a la temperatura óptima. La densidad de potencia real del circuito dependerá de la tecnología, la posición de las ventanas y el fabricante.

5

Muchos tipos de circuitos de calentamiento resistivos son usados en vidrios automotrices. Todos pueden usarse en realizaciones de la invención.

Comúnmente, el calentamiento de la superficie completa del parabrisas se consigue a través del uso de un recubrimiento conductivo transparente. El recubrimiento se pulveriza al vacío directamente sobre el vidrio y se compone de capas múltiples de metal y dieléctricos. Con resistencias en el rango de 2 – 6 ohmios por cuadrado, se necesita un conversor de voltaje para alcanzar la densidad de potencia requerida. La menor densidad de potencia requerida para mantener conmutación puede permitir el uso de una fuente de poder estándar de 12 Voltios.

La frita de plata es el tipo de circuito de calentamiento más común para lunetas, reposos de limpia parabrisas y des-congeladores de cámara. Es también el más rentable. El polvo fino de plata se mezcla con portadores, aglutinantes y vidrio finamente pulido. Otros materiales se agregan a veces para potenciar ciertas propiedades: el templado al fuego, la anti-adherencia, resistencia química, etc. La frita de plata se aplica al vidrio usando una malla de seda o un proceso de inyección de tinta antes del calentamiento y curvado del vidrio. Mientras el vidrio plano se calienta durante el proceso de curvado, el polvo de vidrio en la frita se suaviza y derrite, fusionándose con la superficie del vidrio. La frita de plata, se convierte así en una parte permanente del vidrio. Se dice que la frita está “quemada” cuando esto sucede. Este proceso de vitrificación es muy similar al que se usa para aplicar acabados de esmalte a accesorios de baño, alfarería, porcelanato y demás aplicaciones. Es posible conseguir resistencias tan bajas como 2 milliohmios por cuadrado y anchos de línea tan delgados como 0.5mm. La principal desventaja de la serigrafía de plata es la estética de la plata quemada que tiene un color naranja oscuro o mostaza amarillento dependiendo del lado del vidrio (cara de aire o cara estañada) donde se haya impreso.

Una película de recubrimiento conductivo transparente puede usarse para proveer un circuito de calentamiento resistivo. Esto es similar y fabricado de la misma manera que el recubrimiento conductivo transparente aplicado al vidrio. Un conversor de voltaje se
5 necesita para alcanzar la densidad de potencia requerida para un parabrisas de superficie completa de calentamiento. La densidad de potencia más baja de la invención puede permitir el uso de una fuente de energía estándar de 12 Voltios.

Un circuito de calentamiento resistivo de filamento embebido se forma al colocar hilos
10 o filamentos delgados en la capa plástica adherente de un laminado. Los filamentos son embebidos en el plástico a través del uso de calor o ultrasonido. El material preferido es el Tungsteno, debido a su resistencia a la tensión, que es 10 veces la del cobre y con un color negro mate. Parabrisas con sistemas de calentamiento típicamente usan filamento de Tungsteno de diámetro en el rango de $18 - 22\mu\text{m}$, tamaño al que son virtualmente
15 invisibles. Los filamentos se tejen empleando un patrón sinusoidal oscilante para reducir el resplandor que puede ocurrir a determinadas condiciones de iluminación. Para piezas de vidrio distintas al parabrisas, se pueden usar filamentos de mayor diámetro. El filamento puede ser embebido típicamente mediante el uso de algún tipo de máquina CNC.

20 Un circuito de calentamiento resistivo de micro malla se compone de líneas conductivas muy finas que son depositadas sobre un sustrato como vidrio o plástico usando la técnica de pulverizado al vacío. Los patrones se forman al enmascarar el sustrato usando un proceso de litografía similar al usado para producir circuitos integrados. Son posibles
25 anchos de línea de $10\mu\text{m}$, siendo a ese punto, una malla invisible para todos los propósitos prácticos. La principal ventaja de este método es que el patrón puede diseñarse para proveer un control muy preciso del calentamiento. Dado que los conductores no necesitan ser transparentes, el espesor puede ser mucho mayor de lo que es posible cuando el recubrimiento se aplica a toda la superficie. El proceso también es
30 más simple ya que se necesita una sola capa metálica.

El circuito de calentamiento puede ser operado de manera automática o manual. Ambos métodos han sido usados para aplicaciones de descongelamiento y des-empañamiento. El circuito puede ser operado en respuesta al usuario. Generalmente, se usa un periodo de tiempo para limitar el consumo de potencia y prevenir sobrecalentamiento.

5 Retroalimentación de temperatura puede obtenerse mediante un control de lazo cerrado. Dado que la mayoría de vehículos modernos poseen sensores de temperatura externos e internos, el control climático del vehículo puede operar el circuito basándose en la temperatura. Para una eficiencia óptima, puede usarse un sensor de sonido para detectar el nivel de atenuación de sonido, así como para operar el circuito de calentamiento en

10 respuesta al nivel y temperatura medidos.

Debe entenderse que, aunque las realizaciones de los ejemplos son techos panorámicos, los mismos circuitos de calentamiento pueden incorporarse en el diseño de laminados acústicos para uso en parabrisas, lunetas posteriores, ventanas de puertas o cualquier

15 otra posición del vehículo que use vidrio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

1. El techo panorámico de vidrio laminado de la Figura 2 ilustra la primera realización. El laminado se compone de un vidrio externo **201** de cal sodada de 2.5mm de espesor y un vidrio interno **202** de cal sodada de 2.1mm de espesor. La banda negra
- 20 **6** se imprime con serigrafía sobre la cara dos **102** y la cara cuatro **104**. Un circuito de calentamiento de frita de plata con líneas de 0.6mm de ancho y densidad de potencia de 3 vatios por decímetro cuadrado se imprime con serigrafía sobre la cara cuatro **104**. Líneas de bus **37** de serigrafía de plata son usadas para conectar las
- 25 líneas de calentamiento impresas. Las capas de vidrio son curvadas térmicamente usando el proceso de curvado por gravedad. El ensamble del laminado se procesa usando equipo estándar de la industria de vidrio automotriz.
2. El techo panorámico de vidrio laminado de la Figura 3 ilustra la segunda
- 30 realización. El laminado se compone de un vidrio externo **201** de cal sodada de 2.5mm de espesor y un vidrio interno **202** de cal sodada de 2.1mm de espesor. La banda negra **6** se imprime con serigrafía sobre la cara dos **102** y la cara cuatro **104**.

Luego de la serigrafía, el vidrio externo **201** se calienta para quemar la banda negra. Después del quemado, la capa externa se recubre por medio de un proceso MSVD para aplicar un recubrimiento transparente basado en plata, teniendo una resistencia de lámina de 2.5 ohmios por cuadrado. A 12 Voltios, el circuito de calentamiento

5 tiene una densidad de potencia de 3 vatios por decímetro cuadrado. Líneas de bus delgadas de cobre se usan para energizar el circuito de calentamiento recubierto. Las capas de vidrio son curvadas térmicamente usando el proceso de curvado por gravedad. El ensamble del laminado se procesa usando equipo estándar de la industria de vidrio automotriz.

10

3. El techo panorámico de vidrio laminado de la Figura 4 ilustra la tercera realización. El laminado se compone de un vidrio externo **201** de cal sodada de 2.5mm de espesor y un vidrio interno **202** de cal sodada de 2.1mm de espesor. La banda negra **6** se imprime con serigrafía sobre la cara dos **102** y la cara cuatro **104**. El circuito de

15 calentamiento se compone de una película plástica recubierta por medio de un proceso MSVD para aplicar un recubrimiento transparente basado en plata, teniendo una resistencia de lámina de 2.5 ohmios por cuadrado. A 12 Voltios, el circuito de calentamiento tiene una densidad de potencia de 3 vatios por decímetro cuadrado. Líneas de bus delgadas y planas de cobre estañado se usan para energizar el circuito

20 de calentamiento recubierto. Las capas de vidrio son curvadas térmicamente usando el proceso de curvado por gravedad. El ensamble del laminado se procesa usando equipo estándar de la industria de vidrio automotriz.

20

4. El techo panorámico de vidrio laminado de la Figura 5 ilustra la cuarta realización. El laminado se compone de un vidrio externo **201** de cal sodada de 2.5mm de espesor y un vidrio interno **202** templado químicamente de 0.7mm de espesor. La

25 banda negra **6** se imprime con serigrafía sobre la cara dos **102**. Un circuito de calentamiento de hilos de tungsteno tejidos, con densidad de potencia de 3 vatios por decímetro cuadrado se embeben en la capa plástica adhesiva. Líneas de bus delgadas de cobre estañado son usadas para proveer 12 Voltios de energía a los hilos

30 de calentamiento. El vidrio externo **201** se curva térmicamente usando el proceso de

curvado por gravedad. El vidrio interno **202**, es curvado al frío. El ensamble del laminado se procesa usando equipo estándar de la industria de vidrio automotriz.

- 5 Debe entenderse que esta invención no está limitada a las realizaciones descritas e ilustradas en esta aplicación. Una persona del oficio entenderá que pueden hacerse numerosas variaciones y/o modificaciones que no se alejen del espíritu de la invención, que solo se define por las siguientes reivindicaciones.