

VIDRIO CONMUTABLE CON RESPUESTA MEJORADA A LA TEMPERATURA

Campo de la invención

5 Esta invención está referida al campo del laminado automotriz.

Antecedentes de la invención

En respuesta a los requerimientos regulatorios del gobierno para una mayor economía de combustible automotriz, así como la creciente conciencia pública y la demanda de productos
10 respetuosos con el medio ambiente, los fabricantes de equipos automotrices originales 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
15 consumo de energía, especialmente en climas más cálidos. Ayuda a reducir la carga en la unidad de aire acondicionado y permite el funcionamiento del vehículo con las ventanas cerradas, lo que mejora la aerodinámica. Esto es especialmente importante para los vehículos eléctricos, donde la mejora se traduce directamente en el aumento de la autonomía del vehículo.

20 Las dos principales tecnologías que se utilizan para mejorar el control solar son el vidrio absorbente de infrarrojos y el vidrio reflectante de infrarrojos.

El vidrio absorbente de infrarrojos tiene un contenido de hierro más alto que el vidrio
25 transparente ordinario, lo que le da un tono verdoso. Los compuestos de hierro en el vidrio absorben la energía solar. También hay capas intermedias de plástico que se pueden usar con vidrio laminado que contienen compuestos absorbentes de energía solar que pueden lograr el mismo efecto. Al absorber la energía antes de que ingrese al compartimiento de pasajeros, se reduce la carga solar en el vehículo. Sin embargo, si bien las ventanas que absorben los rayos
30 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 mediante transferencia por convección y radiación.

Un método más eficiente es reflejar la energía a la atmósfera. Esto permite que el vidrio permanezca más frío al reducir la energía transferida a la cabina. Esto se hace mediante el uso de varias películas y recubrimientos que son reflectantes de infrarrojos.

5 Los recubrimientos y películas de infrarrojos generalmente no son lo suficientemente duraderos como para estar expuestos a los elementos. En su lugar, deben fabricarse como una de las capas internas de un producto laminado para evitar daños y degradación. Una de las ventajas de una ventana laminada sobre un vidrio monolítico templado es que un laminado puede hacer uso de estos recubrimientos y películas reflectantes de infrarrojos además de las
10 composiciones que absorben el infrarrojo y capas intermedias. Es una práctica común utilizar una combinación de tecnologías de absorción de infrarrojos y reflectante de infrarrojos en el mismo laminado. Una capa absorbente de infrarrojos se coloca detrás de una capa reflectante de infrarrojos para absorber la energía restante que no se refleja.

15 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 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 ingles), inmersión y otros.

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

Uno de los inconvenientes, tanto del vidrio que absorbe el calor como del que refleja el calor, es que la reducción de la carga solar está presente todo el tiempo, incluso cuando no se necesita o no se desea. En climas más fríos y en momentos en que se necesita calor, sería
30 ventajoso tener la capacidad de utilizar la energía del sol para calentar el interior del vehículo.

Con los motores de combustión interna (ICE, por sus siglas en inglés), el calentamiento nunca fue un problema. Los motores de combustión interna son muy ineficientes y, por lo tanto, hay

abundante calor residual disponible. Un vehículo con motor ICE típico tiene un calentador con una capacidad de 4-5kW. En un vehículo eléctrico, hay algo de calor residual de la batería, pero la mayoría, si no todo, el calentamiento de la cabina debe proporcionarse por medio de un sistema de calentamiento resistivo.

5

Sería deseable tener un tinte más oscuro que absorba el calor para mantener la energía solar fuera, reduciendo la carga en el aire acondicionado, pero que sea capaz de dejar entrar la mayor cantidad posible de energía solar cuando se necesita calor.

10 Para controlar el nivel de transmisión de luz y energía a través del laminado, hay una serie de tecnologías disponibles: películas electrocrómicas, fotocrómicas, termocrómicas y sensibles a campos eléctricos que están diseñadas para ser incorporadas al vidrio laminado. Son de particular interés las películas electrocrómicas, de dispositivos de partículas en suspensión (SPD, por sus siglas en inglés) y cristales líquidos dispersos en polímero (PDLC, por sus
15 siglas en inglés) con las que podemos cambiar la transmitancia de la luz del vidrio en respuesta a una señal eléctrica.

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

PDLC es una tecnología de dispersión de la luz que va desde el opaco en el estado apagado hasta el estado claro. En una película de PDLC, gotas microscópicas de cristal líquido se
30 suspenden en una matriz de polímero. En estado desactivado, los cristales líquidos se encuentran en un estado aleatorio de alineación y dispersan la luz proporcionando privacidad. En estado apagado, 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

modificar variando 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 el control solar ya que reduce la energía solar transmitida.

5

Los vidrios SPD y PDLC se fabrican al agregar una capa de película especial al laminado. La película está compuesta por el material activo intercalado entre dos capas delgadas de plástico que tienen un recubrimiento conductor transparente en cada una de ellas.

- 10 Para su incorporación en un laminado, se necesitan láminas de capa intermedia de plástico a cada lado de la película para unir la película a las otras capas del laminado. La película se lamina entre dos capas adhesivas intermedias de plástico para formar un vidrio laminado.

- 15 El vidrio electrocrómico conmutable experimenta una reacción química cuando se pasa una corriente a través del material activo, de forma muy parecida a como funciona una batería cuando se carga y se descarga. El material activo se somete a una reacción de oxidación o reducción a medida que los materiales cambian de claro a oscuro y viceversa. Este es un proceso relativamente lento con la medida del tiempo de conmutación en minutos.

- 20 SPD y PDLC operan sin embargo en un principio diferente. No hay reacción química. Las moléculas que componen el material activo experimentan un cambio cinético en respuesta a la presencia de un campo eléctrico. Esta es la razón por la cual el tiempo de conmutación de SPD y PDLC se mide en segundos o fracciones de segundo lo que hace que los órdenes de magnitud sean más rápidos que el vidrio electrocrómico. Esta es una de las principales
25 ventajas que los dos tienen sobre electrocrómico.

Electrocrómicos, SPD y PDLC pueden ser utilizados para el control solar ya que reducen el nivel de transmitancia de luz y la energía transferida a la cabina.

- 30 Los laminados que incorporan estas tecnologías de transmitancia de luz variable algunas veces se conocen como vidrio "inteligente" o como vidrios conmutables.

Una desventaja es que el vidrio inteligente solo puede operar en un rango limitado de temperatura.

La viscosidad de las gotas microscópicas en las que se suspende el material activo (SPD) y del cristal líquido en sí (PDLC) es una función de la temperatura. A medida que la temperatura disminuye, el tiempo de conmutación aumenta. A temperaturas suficientemente bajas, el material no puede cambiar los estados. La temperatura real dependerá de la formulación.

A temperaturas elevadas, el PDLC llegará a un punto en el que se aclarará y no cambiará al estado de dispersión de luz. SPD seguirá cambiando, pero la velocidad de conmutación será mucho más lenta.

Además, SPD y PDLC son sensibles al calentamiento. Exposiciones a altas temperaturas por un periodo de tiempo prolongado acortarán el tiempo de vida del vidrio.

El vidrio electrocrómico, que es relativamente lento para cambiar de estado, depende de una reacción química que también lleva más tiempo a temperaturas más bajas.

Como resultado, el uso de electrocrómico, PDLC y SPD ha sido limitado debido a estas restricciones de temperatura.

Sería ventajoso poder operar en un rango extendido de temperatura.

Breve resumen de la invención

La capacidad de cambiar la transmitancia de luz en un rango extendido de temperatura se mejora agregando un sistema de transferencia de calor por fluido al vidrio que puede usarse tanto para calentar como para enfriar. El circuito necesita descongelarse o desempañarse, por lo que puede diseñarse para extraer una potencia mínima.

Ventajas:

- Operación prolongada a bajas temperaturas
- Operación prolongada a altas temperaturas

- Tiempo de conmutación más corto a temperaturas más bajas
- Menor consumo de energía para calentamiento y enfriamiento de vehículos.
- Extiende la vida del producto al reducir la exposición a temperaturas más altas.
- Fabricado utilizando procesos y equipos estándar de vidrio automotriz.

5

Breve descripción de las Figuras

Figura 1A	Sección transversal de un laminado automotriz típico.
Figura 1B	Sección transversal de un laminado automotriz típico con recubrimiento y película de rendimiento.
Figura 2A	Sección transversal de un techo laminado típico con una película de transmitancia de luz variable y un circuito de transferencia de calor de enfriamiento y calentamiento.
Figura 2B	Diagrama de un sistema de transferencia de calor.
Figura 3	Vista de despiece de un techo laminado con una película de transmitancia de luz variable y un circuito de transferencia de calor de enfriamiento y calentamiento.

Numerales de referencia

1	Vidriado
2	Vidrio
4	Capa intermedia de plástico
6	Oscurecimiento
11	Canal de transferencia de calor
12	Circuito de transferencia de calor
18	Recubrimiento
34	Barra colectora
44	Película commutable
80	Bomba
82	Intercambiador de calor
101	Superficie uno
102	Superficie dos
103	Superficie tres

104	Superficie cuatro
201	Capa de vidrio exterior
202	Capa de vidrio interior

Descripción detallada de la invención

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

- 5 En las Figuras 1A y 1B se ilustra una típica sección transversal de laminado automotriz. El laminado está compuesto por dos capas de vidrio, el exterior **201** y el interior **202** que están permanentemente unidos entre sí por una capa de plástico **4** (capa intermedia). La superficie de vidrio que se encuentra en el exterior del vehículo se denomina superficie uno **101** o superficie número uno. La cara opuesta de la capa exterior de vidrio **201** es la superficie dos
- 10 **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 interior de vidrio **202** es la superficie tres **103** o superficie número tres. Las superficies dos **102** y tres **103** están unidas por la capa de plástico **4**. También se puede aplicar un oscurecimiento **6** al vidrio. El oscurecimiento suele constar de una frita de esmalte negro
- 15 serigrafiada en la superficie dos **102** o en la superficie cuatro **104** o en ambos. El laminado también puede comprender un recubrimiento **18** en una o más de las superficies. El laminado también puede comprender una película o un circuito de transferencia de calor **12** entre al menos dos capas de plástico **4**.
- 20 La mayoría de los vidrios planos del mundo se producen mediante el proceso de vidrio flotado, que se comercializó por primera vez en la década de 1950. En el proceso de vidrio flotado, los ingredientes crudos se funden en un gran recipiente refractario y luego el vidrio fundido se extrude desde el recipiente a un baño de estaño fundido donde flota el vidrio. El espesor del vidrio se controla por la velocidad a la que se extrae el vidrio fundido del
- 25 recipiente. A medida que el vidrio se enfría y se endurece, la cinta de vidrio se transfiere a los rodillos. El espesor del vidrio flotado puede variar típicamente en +/- 50 μm en una distancia corta debido a lo que se conoce como distorsión de la línea de tracción. Esto es causado por medios mecánicos utilizados para extraer el vidrio fundido extrudido del recipiente en una cinta delgada en la línea de flotado del vidrio plano.

Distinguimos entre el lado "aire" del vidrio flotado y el lado de "estaño". Un fino recubrimiento de estaño permanece en el vidrio, el cual emitirá fluorescencia y, por lo tanto, se puede detectar con luz ultravioleta.

- 5 Los tipos de vidrio **2** que se pueden usar incluyen, pero no se limitan a: la variedad de cal sodada típica del vidrio automotriz, así como aluminosilicato, aluminosilicato de litio, borosilicato, vitrocerámicos y las diversas composiciones sólidas inorgánicas que se someten a transición vítrea y se clasifican como vidrios, incluidos aquellos que no son transparentes. Las capas de vidrio pueden estar compuestas de composiciones que absorben calor, así como
- 10 de reflectante de infrarrojos y otros tipos de recubrimientos.

- Las capas de vidrio pueden ser recocidas o endurecidas. 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
- 15 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.

- 20 El vidrio laminado de seguridad se fabrica uniendo dos láminas de vidrio, la capa exterior **201** y la capa interior **202** del vidrio recocido **2**, utilizando una capa adhesiva de plástico compuesta por una lámina delgada de plástico transparente o capa intermedia termoplástica **4** como se muestra en la Figura 1A. El vidrio recocido es un vidrio que se ha enfriado lentamente desde la temperatura de curvado hasta el rango de transición vítrea. Este proceso
- 25 alivia cualquier tensión que quede en el vidrio después del proceso de curvado. El vidrio recocido se rompe en fragmentos grandes con bordes filosos. Cuando se rompe el vidrio laminado, los fragmentos de vidrio roto se mantienen unidos, al igual que las piezas de un rompecabezas, junto con 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 intermedia de
- 30 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.

La frita de esmalte negro se compone de pigmentos, soportes, aglutinantes y vidrio finamente molido. A veces se añaden otros materiales para mejorar ciertas propiedades: temperatura de cocción, antiadherente, resistencia química, etc. La frita negra se aplica al vidrio mediante serigrafía o un proceso de impresión por 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 frita negra se convierte en una parte permanente del vidrio. Se dice que la frita está "cocida" 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.

Este oscurecimiento de frita negra serigrafiada en muchos vidrios automotrices cumple un papel tanto funcional como estético. La serigrafía negra sustancialmente opaca en el vidrio sirve para proteger el adhesivo de poliuretano utilizado para unir el vidrio al vehículo de la luz ultravioleta y la degradación que puede causar. También sirve para ocultar el adhesivo desde la vista exterior del vehículo. El oscurecimiento negro debe ser duradero, durante la vida del vehículo bajo toda exposición y condiciones climáticas. Parte del requisito estético es que tenga un aspecto oscuro brillante y una apariencia uniforme de una parte a otra a lo largo del tiempo. Una parte producida hoy debe coincidir con una que fue producida y en servicio hace 20 años. Las piezas también deben coincidir con las 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 negras que pueden cumplir estos requisitos.

Las capas de vidrio se forman usando curvado por gravedad, curvado por presión, curvado en frío o cualquier otro medio convencional conocido en el estado de la técnica. Los métodos de curvado por gravedad y por presión para formar vidrio son conocidos en la técnica y no se discutirán en la presente descripción.

El curvado en frío es una tecnología relativamente nueva. Como su nombre indica, el vidrio se curva, mientras que es enfriado hasta su forma 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 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 ($\leq 1\text{mm}$) templadas químicamente.

Las formas cilíndricas se pueden formar con un radio en una dirección de menos de 4 metros. Las formas con curvatura compuesta, es decir, la curvatura en la dirección de ambos ejes principales, se pueden formar con un radio de curvatura en cada dirección de tan solo aproximadamente 8 metros. Por supuesto, depende del área superficial 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 sobre la cual se adhiere. Por lo tanto, la capa curvada debe ser compensada 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 a ser curvado en frío se coloca sobre una capa curvada con una lámina adhesiva colocada entre vidrio a ser curvado en frío y la capa curvada. El ensamble es colocado dentro de lo que se conoce como bolsa de vacío. La bolsa de vacío es un 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 se introduce a una autoclave, que calentará el ensamblaje y le aplicará alta presión. Esto completa el proceso de curvado en frío, dado que el vidrio plano se ha conformado a la forma del vidrio curvado y se ha fijado a éste 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 curvada adicionada a la pila de vidrio.

El vidrio flotado de cal sodada, totalmente templado por calor, 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 aire a presión o aire soplado.

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.

Un techo panorámico es un vidrio para techo de vehículo que comprende un área sustancial del techo sobre al menos una parte de ambas áreas de asiento delantero y trasero del vehículo. Un techo panorámico puede estar compuesto de múltiples vidrios y puede ser laminado o monolítico.

La capa adhesiva 4 de plástico (capa intermedia) tiene la función principal de unir las 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 capas intermedias disponen de capacidades mejoradas más allá de unir las capas de vidrio.

Las capas intermedias automotrices se fabrican mediante un proceso de extrusión con una tolerancia de espesor y variación de proceso. Como una superficie lisa tiende a adherirse al vidrio, dificultando la colocación sobre el vidrio y atrapando el aire, para facilitar el manejo de la lámina de plástico y la eliminación de aire (desaireación) del laminado, la superficie del plástico normalmente tiene un relieve, lo que contribuye a una variación adicional de la

lámina. Espesores estándar para la capa intermedia de PVB son 0.38 mm y 0.76 mm (15 y 30 mil).

Los circuitos de calentamiento resistivos comúnmente se proporcionan en los vidrios
5 posteriores del automóvil para ayudar a la visión y mejorar la seguridad al derretir la nieve,
hielo y despejar la niebla. Los circuitos de calentamiento también se proporcionan en algunos
parabrisas. En vehículos que tienen limpiaparabrisas ocultos debajo de la línea de la cubierta
cuando no se usan, se necesita un área de descanso de limpiaparabrisas con sistema de
calentamiento para mantener los limpiaparabrisas libres de nieve y hielo cuando no estén en
10 uso y evitar la acumulación de hielo en el área de descanso cuando está en uso. Los parabrisas
que tienen cámaras de seguridad también requieren un circuito de calentamiento que pueda
despejar rápidamente la parte del parabrisas en el campo de visión de la cámara. La mayoría
de los vehículos están equipados con sistemas de descongelación de parabrisas de aire
caliente. Algunos también cuentan con calentamiento resistivo del parabrisas completo.
15 Varias tecnologías se usan en la producción de varios tipos de circuitos de calentamiento. En
general, para la mayoría de climas y vidrio típico, se requiere una densidad de potencia de al
menos 4 - 5 vatios por decímetro cuadrado para un buen rendimiento de deshielo. Para
aplicaciones más exigentes, como el área de descanso del limpiaparabrisa, se conocen
densidades de potencia de hasta 15 vatios por decímetro cuadrado.

20 La temperatura de conmutación óptima es de alrededor de 10 a 20 C aunque variará con la
tecnología y el fabricante. Del mismo modo, el extremo inferior del rango varía. Una densidad
de potencia en el rango de 2.5 a 3 vatios es suficiente para elevar y mantener la temperatura
del material conmutable a una temperatura cercana a la óptima. La densidad de potencia real
25 del circuito dependerá de la tecnología, la posición del vidrio y el fabricante.

El circuito de calentamiento puede operarse de forma manual o automática. Ambos métodos
se han usado para aplicaciones de deshielamiento y desempañamiento. El circuito puede
operarse en respuesta al usuario. En general, se usa un temporizador para limitar el consumo
30 de energía y evitar el sobrecalentamiento. La retroalimentación de temperatura puede ser
proporcionada para un control de lazo cerrado. Como la mayoría de los vehículos modernos
tienen sensores de temperatura interior y exterior, el control de clima del vehículo puede
operar el circuito en función de la temperatura. Para una eficiencia óptima, se puede usar un

sensor de luz para detectar la velocidad de conmutación y operar el circuito de calentamiento en respuesta a la velocidad de conmutación medida y a la temperatura.

Debe entenderse que aunque la tecnología conmutable de las modalidades es SPD, los mismos circuitos de calentamiento pueden incorporarse en laminados que utilizan otras tecnologías conmutables.

Si bien hay muchos métodos disponibles para el calentamiento del vidrio, el enfriamiento es más difícil. El aire frío puede ser dirigido hacia vidrio, pero el aire forzado tiende a provocar corrientes de aire que pueden ser incómodas para los ocupantes. Produce ruido, que también es una característica indeseable de los productos comerciales.

El vidrio, al ser un mal conductor de calor, es difícil de calentar o enfriar de manera uniforme con aire forzado ya que es difícil obtener un flujo uniforme a través de toda la superficie del vidrio.

Los medios de calentamiento y enfriamiento de la invención utilizan un fluido de transferencia de calor. Cualquier medio conveniente, preferiblemente fluidos claros y transparentes con alta capacidad térmica, de baja viscosidad, de bajo costo, de compatibilidad con los componentes con los que entra en contacto, no tóxico, etc., que permanece en fase líquida en todo el rango de temperatura, pueden ser usado. Una solución de agua y alcohol es una posibilidad. El fluido se bombea a través de un circuito de tubos pequeños laminados dentro del vidrio. El circuito puede estar compuesto por tubos delgados o un circuito formado por numerosos métodos proporcionados por la técnica para formar materiales tales como grabado LÁSER, maquinado, formación al vacío, extrusión o moldeo por inyección.

Descripción detallada de las realizaciones

1. El techo de vidrio panorámico laminado de la Figura 3 ilustra la primera modalidad. El laminado está compuesto por una capa de vidrio exterior **201** transparente de 2.5 mm de espesor de cal sodada estándar y una capa de vidrio interior **202** verde solar de 2.1 mm de cal sodada. La frita negra **6** se imprime en la superficie dos **102** y la superficie cuatro **104**. Una capa de película conmutable SPD **44**, con barras colectoras **34** en extremos opuestos, está intercalada entre dos capas adhesivas de plástico transparente de 0.36 mm de espesor.

La película conmutable SPD **44** tiene una transmitancia de luz del 20% en estado ACTIVADO y del 2% en el estado DESACTIVADO, sin alimentación.

Se forma una lámina de termoplástico de 0.9 mm de espesor para crear un conjunto de canales de transferencia de calor de forma triangular y luego se lamina con una lámina plana de 0.1 mm para encerrar los canales y formar el circuito de transferencia de calor **12** (Figura 2A). El espesor final del circuito es de 1 mm., los canales son aproximadamente de 3 mm por 0.5 mm y espaciados en centros de 12 mm. En el largo de 1 metro del circuito de transferencia de calor, el área de la sección transversal es de 125 mm², el equivalente a un tubo de diámetro interior de 6.35 mm de radio. Esto permite una baja resistencia al flujo para que la bomba pueda ser pequeña y operar a baja presión. El circuito de transferencia de calor **12** se agrega al laminado junto con una capa adicional como capa intermedia de termoplástico de 0.36 mm de espesor. El laminado ensamblado se procesa, utilizando equipo estándar de laminación automotriz.

Se usa una bomba **80** y un intercambiador de calor **82** (Figura 2B) para hacer circular una mezcla de 60% de etilenglicol y 40% de solución acuosa para controlar la temperatura del fluido de transferencia de calor y forzarlo a través de los canales. Un calentador resistivo de 100 vatios se utiliza para proporcionar calor y un enfriador termoeléctrico de 100 vatios se utiliza para enfriar. Para un techo de 1 m², solo se necesitan 500 mL de líquido para llenar el circuito. Un caudal de 100 mL por minuto es suficiente para mantener el vidrio conmutable dentro del rango de temperatura deseado de -10 C a 70 C.

2. El vidriado de la primera modalidad se utiliza junto con un intercambiador de calor ubicado en el sistema de calentamiento, ventilación y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en ingles) de la cabina, que lo convierte en el sistema de calentamiento y aire acondicionado de la cabina. Como el calentamiento y el enfriamiento del vidrio solo se necesitan durante temperaturas extremas, en ese momento es probable que también se necesite el HVAC del vehículo.
3. La modalidad 3 es la misma que en la modalidad 1 pero con una película de PDLC que reemplaza al SPD.
4. La modalidad 4 es la misma que en la modalidad 2, pero con una película de PDLC que reemplaza al SPD.

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