

VIDRIADO CONMUTABLE CON RESPUESTA MEJORADA A LA TEMPERATURAS BAJAS

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere al campo del vidrio 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 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 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.

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 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 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.

5 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.

10 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 la 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 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.

20 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 inglés), inmersión y otros.

25 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 reflectantes de infrarrojos.

30

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 ventajoso tener la capacidad de utilizar la energía del sol para calentar el interior del vehículo.

- 5 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 toda, el calentamiento de la cabina debe
- 10 proporcionarse por medio de un sistema de calentamiento resistivo.

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.

15

- 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
- 20 partículas en suspensión (SPD, por sus siglas en ingles) y cristales líquidos dispersos en polímero (PDLC, por sus siglas en ingles) 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
- 25 tinte en respuesta a un campo eléctrico aplicado. SPD pasa de oscuro en estado apagado a menos 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
- 30 variar en respuesta al voltaje aplicado. La transmitancia de la luz en los estados de encendido y apagado también se 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.

5 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 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
10 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 control
solar ya que reduce la energía solar transmitida.

15

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.

20 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.

25 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
30 minutos.

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
5 que los órdenes de magnitud sean más rápidos que el vidrio electrocrómico. Esta es una de las principales ventajas que los dos tienen sobre electrocrómico.

Electrocrómico, SPD y PDLC se pueden utilizar para el control solar, ya que reducen el nivel de transmisión de luz y la energía transferida a la cabina.

10 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
15 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
20 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
25 es mucho más lenta.

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.

30 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

5 La capacidad de cambiar la transmitancia de la luz a temperaturas más bajas se mejora agregando un circuito de calentamiento resistivo al vidrio. Se puede usar una variedad de medios que incluyen, pero no se limitan a: frita de pasta de plata serigrafiada, recubrimiento conductivo aplicado al vidrio, película con recubrimiento conductivo y alambre embebido. El circuito de calentamiento necesita descongelarse o desempañarse, por lo que puede diseñarse para extraer una potencia mínima.

10

Ventajas:

- Operación prolongada a bajas temperaturas
- Tiempo de conmutación más corto a temperaturas más bajas.
- Menor consumo de energía para calentamiento y refrigeración.
- 15 • Fabricación utilizando procesos y equipos estándar de vidrio para automóviles.

Breve descripción de las gráficas

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 2	Despiece del parabrisas con una película de transmitancia de luz variable.
Figura 3	Despiece del parabrisas con una película de transmitancia de luz variable y un circuito de calentamiento resistivo serigrafiado con pasta de plata.
Figura 4	Despiece del parabrisas con una película de transmitancia de luz variable y un circuito de calentamiento resistivo de recubrimiento conductivo transparente aplicado al vidrio en la superficie número
Figura 5	Despiece del parabrisas con una película de transmitancia de luz variable y un circuito de calentamiento resistivo de película con recubrimiento conductivo transparente.
Figura 6	Despiece del parabrisas con una película de transmitancia de luz variable y un circuito de calentamiento resistivo con alambre embebido circuit.).

Números de referencia

2	Vidrio
4	Capa intermedia de plástico
6	Oscurecimiento
18	Recubrimiento
34	Barra colectora
42	Película de recubrimiento
44	Película conmutable
46	Plata
48	Alambre
101	Superficie uno
102	Superficie dos

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

Descripción detallada de la invención

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

En las Figuras 1A y 1B se ilustra una típica sección transversal de laminado automotriz.

- 5 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 102 o superficie número dos. La superficie del vidrio que está en el interior
- 10 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 serigrafiada en la superficie dos 102 o en la superficie cuatro 104 o en
- 15 ambos. El laminado también puede comprender un recubrimiento 18 en una o más de las superficies. El laminado también puede comprender una película laminada entre al menos dos capas de plástico 4.

- La mayoría de los vidrios planos del mundo se producen mediante el proceso de vidrio
- 20 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 recipiente. A medida que el vidrio se enfría y se endurece, la cinta de vidrio
- 25 se transfiere a los rodillos. El espesor del vidrio flotado puede variar típicamente en +/- 50 μ m 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 de reflectante 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 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 laminas 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 1. El vidrio recocido es un vidrio que se ha enfriado lentamente desde la temperatura de curvado hasta el rango de transición vítrea. Este proceso 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 plástico 4 también ayuda a evitar la penetración de objetos

30

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
5 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
10 superficie del vidrio. La frita negrase 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.

15 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
20 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
25 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
30 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 curva sobre la cual se adhiere. Por lo tanto, la capa curva 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 que será curvado en frío se coloca sobre una capa curvada con una lámina adhesiva 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 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 curvo 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 curva 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 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 superficial requerida con vidrio más delgado usando los sistemas convencionales de presión de aire con soplador de templado.

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.

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 ingles) y poliuretano termoplástico (TPU) también pueden ser utilizados. Las capas intermedias disponen de capacidades mejoradas más allá de unir las capas de vidrio.

La invención se compone de al menos una capa intermedia diseñada para atenuar sonido.

Dichas capas intermedias están compuestas en su totalidad o en parte de una capa de plástico que es más suave y más flexible que la que se usa normalmente. La capa intermedia también puede ser de un tipo que presente propiedades de atenuación solar.

- 5 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
- 10 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 posteriores del automóvil para ayudar a la visión y mejorar la seguridad al derretir la

15 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 uso y evitar la acumulación de hielo en el área de descanso cuando

20 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. Varias tecnologías se usan en la

25 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.

30

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 del circuito dependerá de la tecnología, la posición del vidrio y el fabricante.

5

Varios tipos de circuitos de calentamiento resistivo se utilizan en vidrios automotrices. Todos pueden usarse en modalidades de la invención.

La superficie completa del parabrisas con sistema de calentamiento se proporciona
10 comúnmente a través del uso de un recubrimiento transparente conductor. El recubrimiento se pulveriza al vacío directamente sobre el vidrio y está compuesto por múltiples capas de metal y dieléctricos. Con resistencias en el rango de 2-6 ohmios por cuadrado, se necesita un convertidor de voltaje para alcanzar la densidad de potencia requerida. La menor densidad de potencia requerida para mantener la conmutación puede
15 permitir el uso de un suministro eléctrico estándar de 12 voltios.

La frita de pasta de plata es el tipo más común de circuito de calentamiento utilizado para vidrios posteriores, área de descanso de limpiaparabrisas con sistema de calentamiento y descongeladores de cámara. También es el más rentable. El polvo fino de plata se mezcla
20 con soportes, aglutinantes y vidrio finamente molido. A veces se añaden otros materiales para mejorar ciertas propiedades: la temperatura de cocción, antiadherencia, resistencia química, etc. La frita de pasta de plata se aplica al vidrio con un proceso de serigrafía o 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
25 reblandece y se funde, fusionándose a la superficie del vidrio. La serigrafía de frita de plata 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. Resistencias tan bajas como 2 miliohmios por cuadrado y anchos de
30 línea tan estrechos como 0.5 mm son posibles. El principal inconveniente de la serigrafía en plata es la estética de la plata cocida, que tiene un color naranja oscuro a amarillo

mostaza, dependiendo del lado del vidrio en el que está impreso, el lado del aire o del estaño.

5 Una película con recubrimiento conductivo transparente también se puede usar para proporcionar un circuito de calentamiento resistivo. Esto también es muy similar y está hecho de la misma manera que el vidrio con recubrimiento conductivo transparente. Se necesita un convertidor de voltaje para alcanzar la densidad de potencia requerida para el calentamiento total de la superficie del parabrisas. La menor densidad de potencia de la invención puede permitir el uso de un suministro eléctrico estándar de 12 voltios.

10

Un circuito calentamiento resistivo de alambre integrado se forma mediante la inserción de finos alambres en la capa adhesiva de plástico de un laminado. Los alambres están embebidos en el plástico a través del uso de calor o ultrasonido. El tungsteno es un material preferido debido a su resistencia a la tracción, que es 10 veces la del cobre y a su color negro plano. Los parabrisas con calentamiento generalmente usan alambre de tungsteno que se encuentra en el rango de 18 - 22 μm , en cuyo punto los alambres son prácticamente invisibles. Los alambres están embebidos utilizando un patrón similar a una sinusoidal oscilante para reducir el deslumbramiento que puede ocurrir bajo ciertas condiciones de iluminación. Para las posiciones del vidrio que no sean el parabrisas, se pueden usar diámetros de alambre más grandes. Los alambres generalmente se embeben utilizando algún tipo de máquina CNC.

15
20

Un circuito de calentamiento resistivo de micromalla está compuesto por líneas conductivas muy finas que se depositan sobre un sustrato no conductor tal como vidrio o plástico utilizando una técnica depulverización al vacío. Los patrones se forman enmascarando el sustrato utilizando un proceso litográfico similar al utilizado para producir circuitos integrados. Los anchos de línea de 10 μm son posibles, en cuyo punto, la malla es invisible para todos los propósitos prácticos. La principal ventaja de este método es que el patrón se puede diseñar para proporcionar un control muy preciso del calentamiento. Como los conductores no necesitan ser transparentes, el grosor puede ser mucho mayor que el que es posible cuando se cubre todo el sustrato. El proceso también es más simple ya que solo se requiere una sola capa de metal.

25
30

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
5 limitar el consumo de energía y evitar el sobrecalentamiento. La retroalimentación de temperatura puede ser proporcionada para el 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
10 conmutación y operar el circuito de calentamiento en respuesta a la velocidad de conmutación medida y la temperatura.

El techo de vidrio panorámico laminado de la Figura 2 ilustra la técnica anterior. El laminado está compuesto por una capa de vidrio exterior 201 transparente estándar de 2.5
15 cm de espesor de cal sodada estándar y una capa de vidrio interior 202 verde solar (color verde claro fuerte conocido en el idioma inglés como: solar green) de 2.1 mm de cal sodada. La frita negra 6 se imprime sobre la superficie dos 102 y la superficie cuatro 104. Las capas de vidrio 2 se curvan térmicamente usando un proceso de curvado por gravedad. Una capa de película SPD 44, con barras colectoras 37 en extremos opuestos,
20 se intercala entre dos capas de capa intermedia adhesiva de plástico transparente 4. La película SPD 44 tiene una transmitancia de luz del 20% en estado ON y 2% en estado OFF, sin alimentación. El laminado ensamblado se procesa, utilizando equipo de laminación automotriz estándar.

25 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.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES

30

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 frita de pasta de plata en el circuito de calentamiento, con líneas de 0.6 mm de ancho y una densidad de potencia de 3 vatios por decímetro cuadrado, se imprime en la superficie número cuatro 104. Las barras colectoras 37 de frita de plata impresas se utilizan para conectar las líneas de calentamiento impresas. Las capas de vidrio 2 se curvan térmicamente mediante un proceso de curvado por gravedad. Una capa de película SPD 44, con barras colectoras 37 en extremos opuestos, se intercala entre dos capas de capa intermedia adhesiva de plástico transparente 4. La película SPD 44 tiene una transmitancia de luz del 20% en estado ON y 2% en estado OFF, sin alimentación. El laminado ensamblado se procesa, utilizando equipo de laminación automotriz estándar.
2. El techo de vidrio panorámico laminado de la Figura 4 ilustra la segunda 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. Después de la impresión, la capa de vidrio exterior 201 se calienta para cocer la frita negra impresa. Después de la cocción, la capa exterior 201 se recubre por medio de un proceso MSVD para aplicar un recubrimiento transparente basado en plata que tiene 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. Las barras delgadas conductoras de cobre y estaño se utilizan para alimentar los circuitos de calentamiento con recubrimiento. Las capas de vidrio se curvan térmicamente mediante un proceso de curvado por gravedad. Una capa de película SPD 44, con barras colectoras 37 en extremos opuestos, se intercala entre dos capas adhesivas intermedias de plástico transparente 4. La película SPD 44 tiene una transmitancia de luz del 20% en estado ON y 2% en estado OFF, sin alimentación. El laminado ensamblado se procesa, utilizando equipo de laminación automotriz estándar.

3. El techo de vidrio panorámico laminado de la Figura 5 ilustra la tercera 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 sobre la superficie dos 102 y la superficie cuatro 104. El circuito de calentamiento está compuesto por una película de plástico recubierta por medio de un proceso MSVD utilizado para aplicar un recubrimiento transparente a base de plata que tiene 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. Las barras delgadas conductoras de cobre y estaño se utilizan para alimentar el circuito de calentamiento con recubrimiento. Las capas de vidrio 2 se curvan térmicamente mediante un proceso de curvado por gravedad. Una capa de película SPD 44, con barras colectoras 37 en extremos opuestos, se intercala entre dos capas adhesivas intermedias de plástico transparente 4. La película SPD 44 tiene una transmitancia de luz del 20% en estado ON y 2% en estado OFF, sin alimentación. Una capa adhesiva intermedia de plástico transparente 4 une el SPD a la película con recubrimiento conductor y se agrega una tercera capa adhesiva intermedia de plástico transparente para unir la película con recubrimiento al vidrio exterior 201. El laminado ensamblado se procesa, usando equipo de laminación automática estándar.
4. El techo de vidrio panorámico laminado de la Figura 6 ilustra la cuarta modalidad. El laminado está compuesto por una capa de vidrio exterior 201 transparente de 2.5 mm de espesor de cal soda estándar y una capa de vidrio interior 202 templada químicamente de 0.7 mm. La frita negra 6 se imprime en la superficie dos 102. Un circuito de calentamiento de alambre de tungsteno integrado, con una potencia la densidad de 3 vatios por decímetro al cuadrado está embebido en la capa adhesiva intermedia de plástico transparente que está colocada entre la capa SPD 44 y la capa de vidrio interior 202. Se utilizan barras colectoras de cobre y estaño para proporcionar 12 voltios de potencia a los elementos de calentamiento de alambre. La capa de vidrio exterior 201 se curva térmicamente usando un proceso de curvado por gravedad. La capa de vidrio interior 202 se curva en frío. Una capa de película SPD 44, con barras colectoras 37 en extremos opuestos, se intercala entre dos capas de

capa intermedia adhesiva de plástico transparente 4. La película SPD 44 tiene una transmitancia de luz del 20% en estado ON y 2% en estado OFF, sin alimentación. El laminado ensamblado se procesa, utilizando equipo de laminación automotriz estándar.

5

5. La modalidad 5 es la misma que en la modalidad 1 pero con una película de PDLC que reemplaza al SPD.
 6. La modalidad 6 es la misma que en la modalidad 1 pero con una película de PDLC que reemplaza al SPD.
 - 10 7. La modalidad 7 es la misma que en la modalidad 1 pero con una película de PDLC que reemplaza al SPD.
 8. La modalidad 8 es la misma que en la modalidad 1 pero con una película de PDLC que reemplaza al SPD.
- 15 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 solo está definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un vidrio laminado con transmitancia de luz variable que comprende:
 - a. una capa de vidrio exterior;
 - 5 b. una capa de vidrio interior;
 - c. al menos una capa de plástico entre las capas de vidrio exterior e interior;
 - d. al menos una capa conmutable.
2. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, además comprende un recubrimiento reflectante de infrarrojos.
- 10 3. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, además comprende una película reflectante de infrarrojos.
4. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha al menos una capa conmutable es de tecnología conmutable SPD.
5. El vidrio laminado de acuerdo a la reivindicación 1, en donde dicha al menos una
15 capa conmutable es de tecnología conmutable PDLC.
6. El vidrio laminado de acuerdo a la reivindicación 1, en donde dicha al menos una capa conmutable es de tecnología conmutable electrocrómica.
7. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha al menos una capa conmutable comprende un circuito de calentamiento de alambre
20 embebido.
8. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha al menos una capa conmutable comprende un circuito de calentamiento de frita de plata.
9. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha al menos una capa conmutable comprende un circuito de calentamiento con una película
25 con recubrimiento conductivo transparente.
10. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha al menos una capa conmutable comprende un circuito de calentamiento con un recubrimiento conductivo transparente aplicado a uno de los vidrios.
11. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una de las capas
30 de vidrio es curvada en frío.
12. El vidrio laminado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una de las capas de vidrio es templada químicamente.

13. Un vehículo que comprende el vidrio laminado de la reivindicación 1.

Resumen de la invención

El vidriado conmutable (transmitancia de luz variable), en el cual el tinte se puede controlar dinámicamente, está empezando a aparecer en el mercado automotriz. Las tecnologías intercambiables prometedoras incluyen: cristales líquidos dispersos en
5 polímero (PDLC, por sus siglas en inglés), dispositivos de partículas en suspensión (SPD, por sus siglas en inglés) y electrocrómico. Si bien cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas, todos comparten una limitación común: a bajas temperaturas, el tiempo requerido para cambiar de estado aumenta. A una temperatura lo suficientemente baja, la conmutación se detendrá para todos los propósitos prácticos. Esta limitación se supera
10 combinando la tecnología de conmutación con un circuito de calentamiento resistivo. Este circuito utiliza una potencia mínima para mantener el vidrio a una temperatura igual o superior a la requerida para un tiempo de conmutación y funcionamiento aceptables.

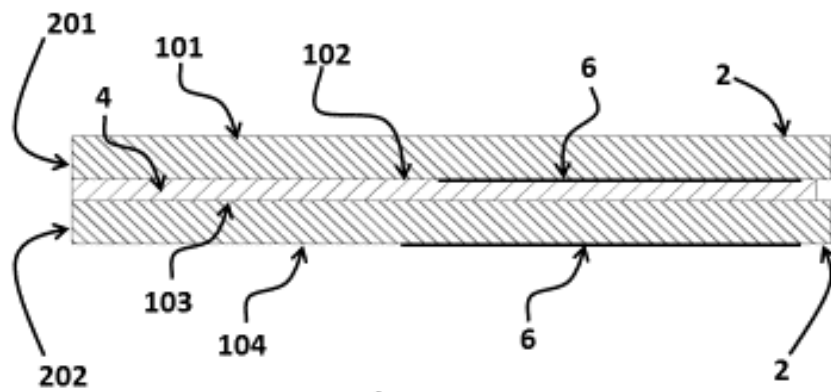


Fig. 1A

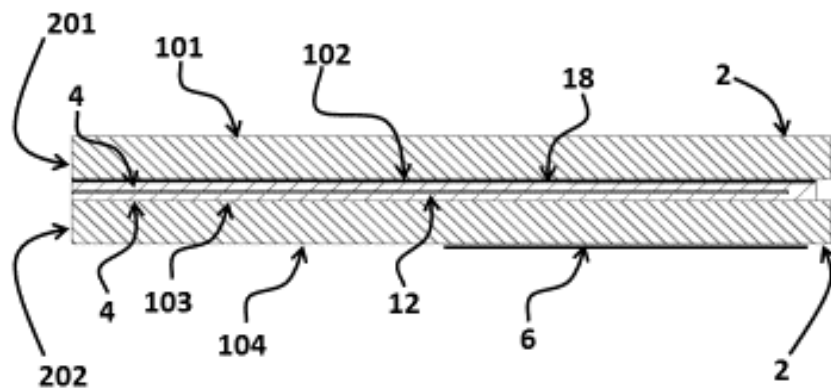


Fig. 1B

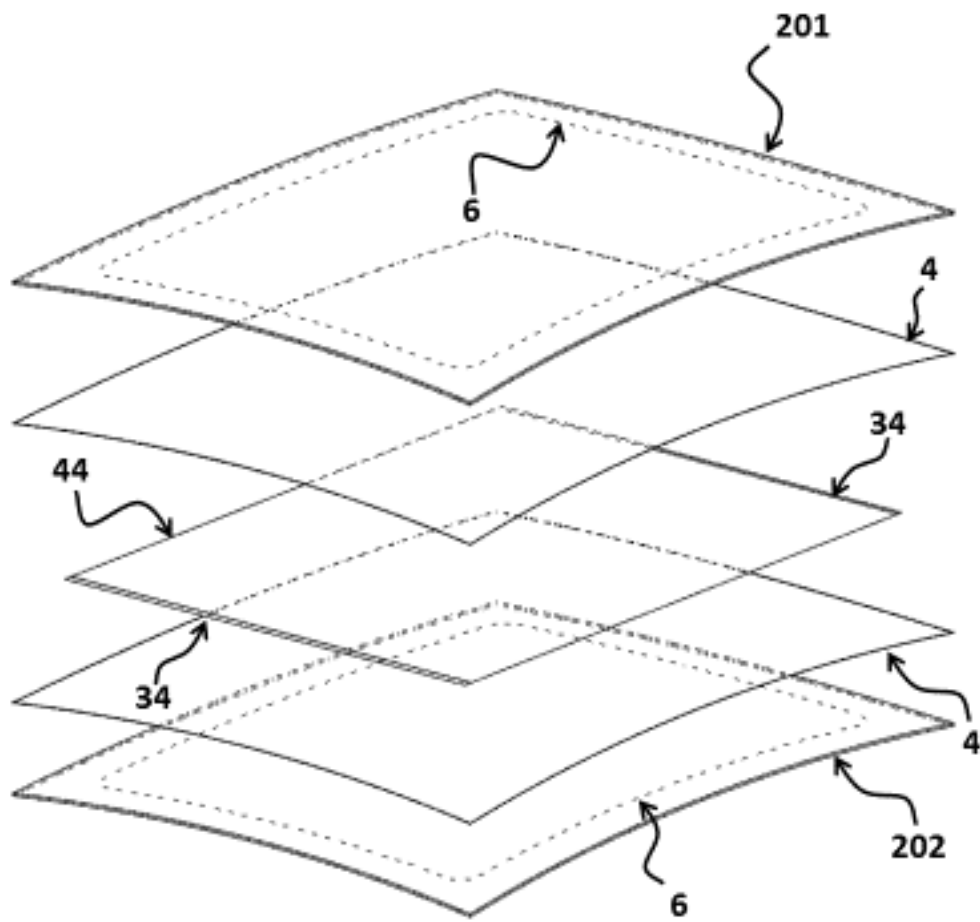


Fig. 2

3/6

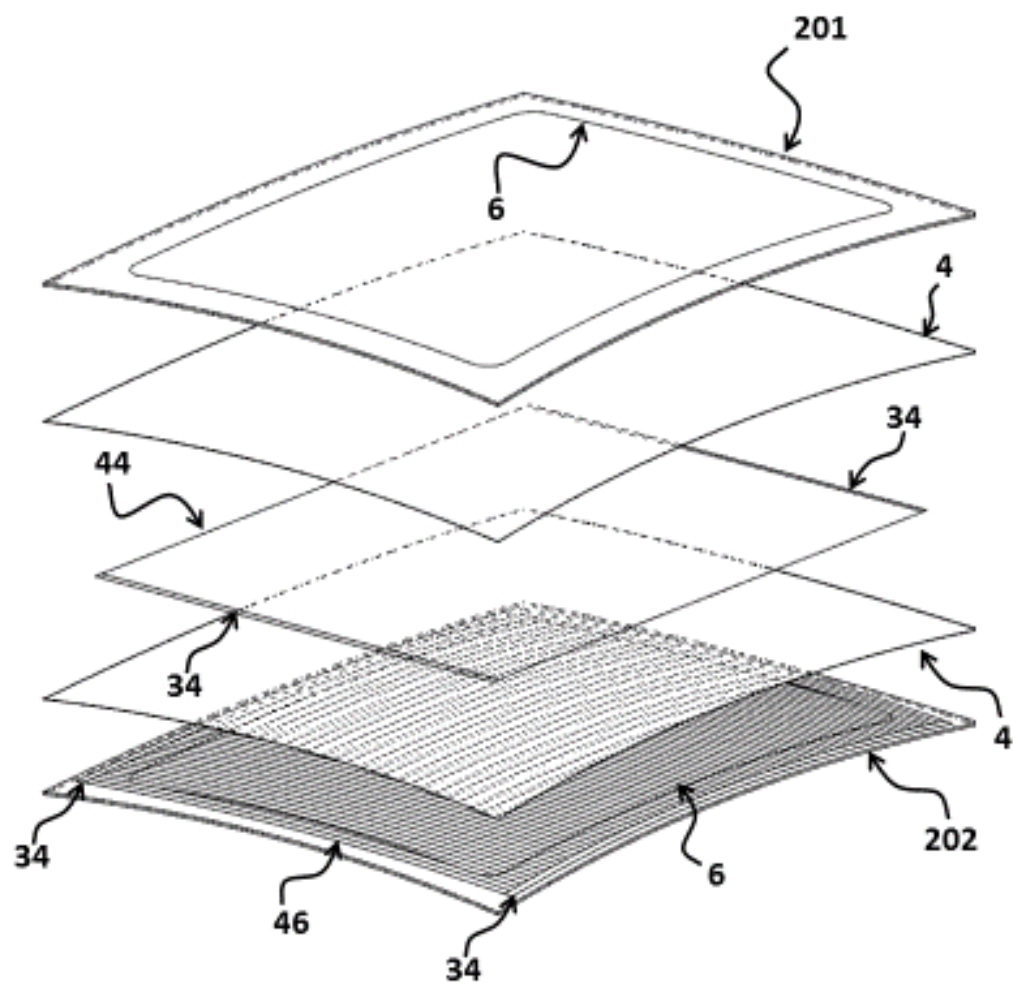


Fig. 3

4/6

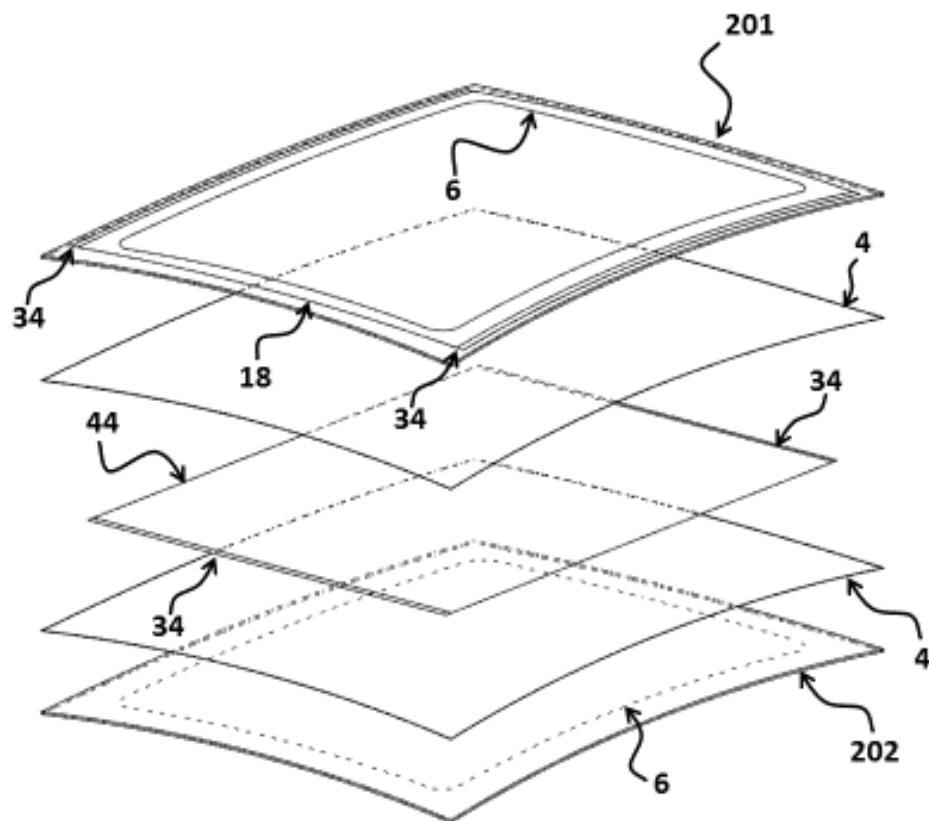


Fig. 4

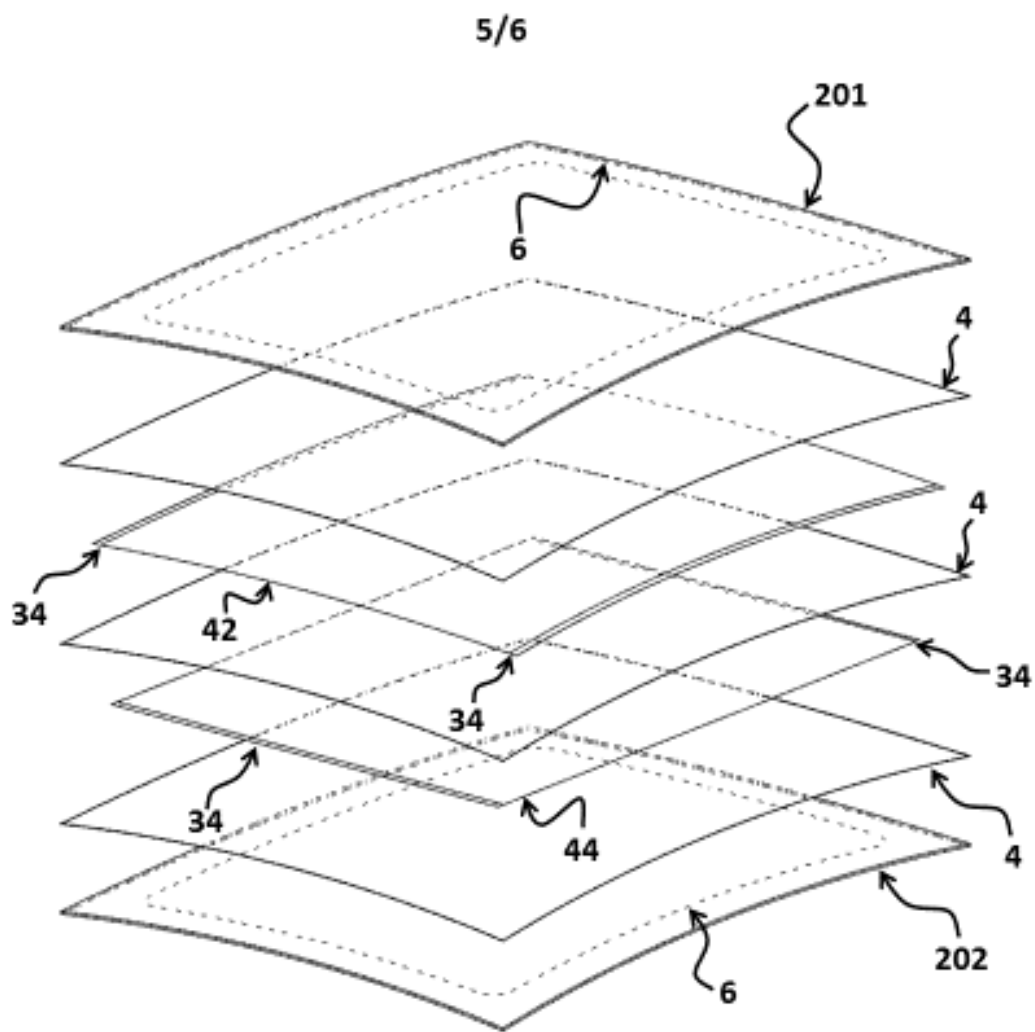


Fig. 5

6/6

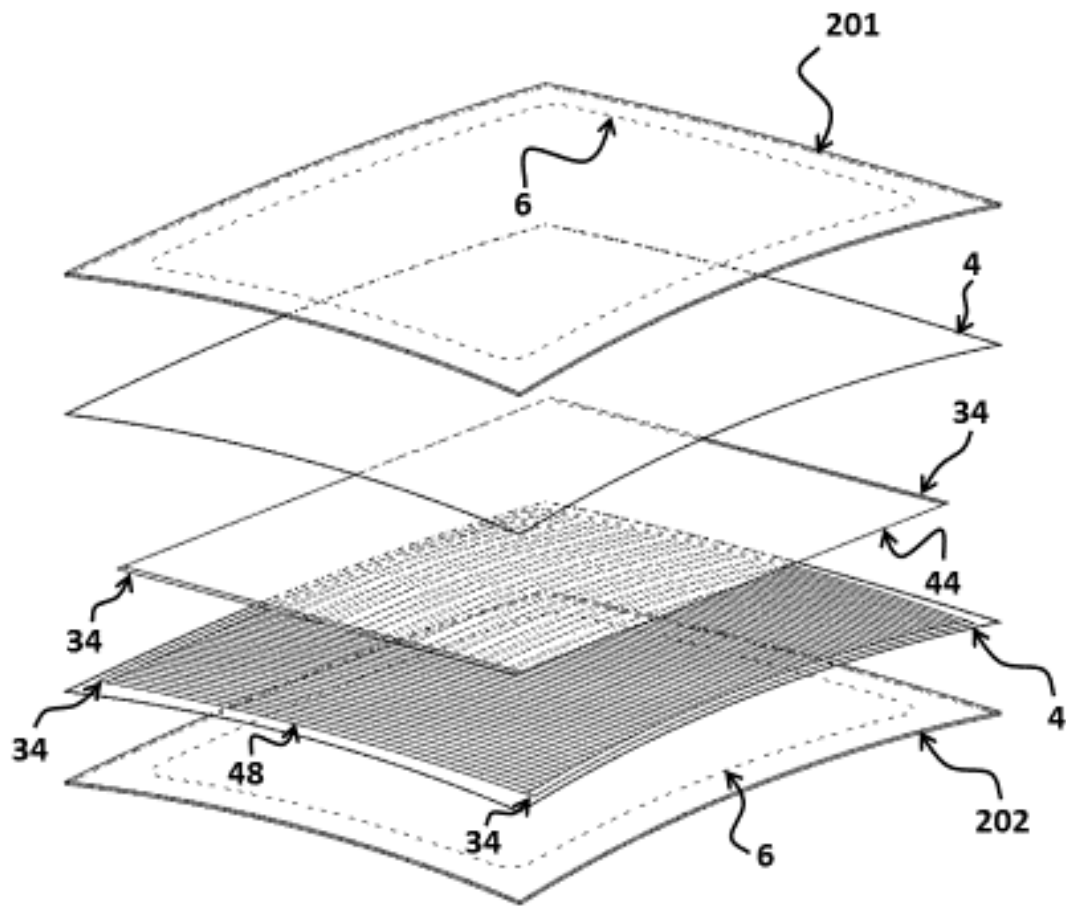


Fig. 6