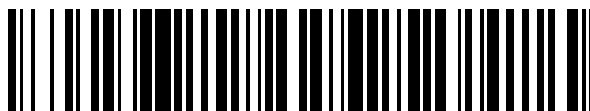


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 214**

51 Int. Cl.:

B60J 3/04 (2006.01)

G05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.10.2016 PCT/EP2016/073599**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2017 WO17071911**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2016 E 16785376 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 3350001**

54 Título: **Vehículo autónomo que minimiza las reacciones humanas**

30 Prioridad:
28.10.2015 GB 201519082

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2020

73 Titular/es:
**VLYTE INNOVATIONS LIMITED (50.0%)
4A Knockbeg Point, Shannon Airport
V14 WV79 Shannon, IE y
VLYTE LIMITED (50.0%)**

72 Inventor/es:
O'KEEFFE, DONAL

74 Agente/Representante:
CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 742 214 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Vehículo autónomo que minimiza las reacciones humanas.

5 **Campo**

La presente invención se refiere a vehículos que funcionan de manera autónoma, y vehículos que pueden hacerse funcionar o bien de manera autónoma o bien con un conductor humano.

10 **Antecedentes de la invención**

Wikipedia define un vehículo autónomo como un vehículo sin pasajeros, un vehículo sin conductor, un vehículo de autoconducción, o un vehículo robótico. Otros términos incluyen cibervehículo o cápsula. Estos términos pueden usarse de manera intercambiable y generalmente significan que el vehículo autónomo puede alcanzar las principales capacidades de un vehículo accionado por conductor, por lo menos para la tarea o tareas que cubre el funcionamiento autónomo. Por ejemplo, puede ser permisible que un coche se conduzca de manera autónoma en una autopista, pero no en determinadas otras carreteras tales como carreteras locales o calles de ciudad. Un vehículo autónomo puede detectar su entorno y desplazarse sin intervención humana usando técnicas tales como radar, lidar, ultrasónicas, sónar, GPS, y visión computarizada. Sistemas de control de vehículo avanzados interpretan información sensorial para identificar rutas de navegación apropiadas, así como obstáculos y señalización relevante. Información sobre el entorno y uso de vehículos autónomos pueden encontrarse en "*Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymakers*" disponible en www.rand.org.

Un área de uso del vehículo autónomo que se refiere en este documento es las reacciones de los seres humanos a vehículos autónomos. En una primera categoría, las reacciones pueden implicar emociones extremas. Otros usuarios de carretera pueden sentir temor o alarmarse cuando se les acerca un vehículo sin conductor, u ocupantes de un vehículo conducido de manera autónoma pueden sentir temor o alarmarse en un acontecimiento percibido cercano a una colisión. Ambas situaciones pueden llevar a reacciones no deseadas y posiblemente peligrosas tales como acciones de evitación de colisión equivocadas.

Por ejemplo, un conductor puede alterar su línea de conducción al doblar una esquina emprendiendo una acción evasiva peligrosa cuando de repente se enfrente a un vehículo que no tiene conductor o en el que el asiento del conductor está ocupado por una persona que, obviamente, no está mirando a la carretera que tiene delante. En otro ejemplo, el ocupante de un vehículo autónomo puede estar sentado en el asiento del conductor, pero sin hacer funcionar el vehículo cuando se enfrenta a una colisión inminente percibida. La reacción humana en este último caso es tener el control del sistema autónomo a pesar de que la consecuencia probable es la pérdida global del control del vehículo y una colisión en la que el funcionamiento autónomo continuado habría evitado la colisión.

Los anteriores eran ejemplos de reacciones humanas extremas en el contexto de conducción autónoma, pero hay otras situaciones en las que las reacciones humanas con respecto a vehículos autónomos pueden tener cambios no deseados en el comportamiento. Por ejemplo, los conductores de otros vehículos pueden alterar su conducción con respecto a los vehículos autónomos tales como dejando más o menos espacio en la carretera para un vehículo autónomo, o preocuparse por hacer maniobras legales en carretera hasta que un vehículo autónomo haya pasado. Esto último puede provocar congestión de tráfico innecesaria en cruces de carretera. Además, es razonable asumir que los conductores mostrarán menos cortesía en carretera a vehículos conducidos de manera autónoma y esto puede tener consecuencias que reducen la seguridad global en carretera.

En un ejemplo de cambio de comportamiento no deseable con respecto a vehículos conducidos de manera autónoma, otros conductores pueden anticipar la respuesta de un vehículo autónomo y conducir de manera agresiva para explotar este conocimiento. Por ejemplo, un conductor de una carretera secundaria puede meterse en el tráfico de manera agresiva seguro en el conocimiento de que un vehículo autónomo que se aproxima se detendrá para evitar una colisión. En otro ejemplo, un conductor puede entrar en una rotonda para cortar el paso a un vehículo autónomo con prioridad de paso sabiendo que el vehículo autónomo detectará su presencia, estimará que una colisión es inminente, y tomará una acción evasiva. Los peatones pueden cruzar intencionadamente delante de vehículos autónomos que se aproximan sabiendo que se detendrán, o seguir cruzando en los semáforos cuando las luces se hayan puesto en rojo. Estas reacciones a la conducción autónoma serán perjudiciales para el flujo de tráfico, para otros usuarios de carretera y para la seguridad global en carretera.

Una tercera categoría de posible reacción humana a vehículos conducidos de manera autónoma es un comportamiento de conducción incívico o conducción casi con intención criminal. En un ejemplo de comportamiento de conducción incívico, los conductores pueden aumentar su velocidad de conducción con respecto a vehículos autónomos basándose en la respuesta de seguridad anticipada (o imaginada) de vehículos autónomos. Un conductor puede hacer una maniobra de adelantamiento poco segura frente a un vehículo autónomo que se aproxima sabiendo que el vehículo se apartará automáticamente al lado de la carretera para evitar una colisión si es necesario. En un ejemplo de intención criminal, un conductor puede conducir intencionadamente hacia un vehículo autónomo sabiendo que el vehículo debe responder de un modo predecible

para evitar la colisión.

5 Un vehículo que puede ser autónomo también puede ser la fuente de un comportamiento incívico por parte del conductor si está equipado para tomar el control de un conductor en una situación peligrosa. El conductor puede conducir por encima del límite de velocidad o hacer maniobras peligrosas en carretera con la seguridad de saber que el sistema de control autónomo del vehículo se hará cargo de evitar una colisión si es necesario.

10 Se conoce que algunos usuarios de carretera alteran su comportamiento de manera consciente o inconsciente dependiendo del tamaño de su vehículo y su vulnerabilidad percibida con respecto a otros usuarios de carretera. Los ciclistas están entre los usuarios de carretera más vulnerables y algunos conductores explotan esto, especialmente en condiciones de conducción en ciudad. Sería sorprendente que algunos conductores no alterasen su comportamiento con respecto a vehículos conducidos de manera autónoma y esta invención pretende minimizar reacciones y cambios de comportamiento no deseados.

15 El documento DE102015103194 divulga un vehículo autónomo que incluye una unidad de control de modo autónomo configurada para sombrear por lo menos una ventana de vehículo cuando el vehículo se desplaza en un modo autónomo.

20 **Sumario de la invención**

Un vehículo de carretera que puede conducir de manera autónoma, estando configurado el vehículo para controlar selectivamente una transmitancia de luz visible regular (transmisión) de su parabrisas eligiendo de entre dos o más estados de luz eléctricamente conmutables que proporcionan dos o más niveles de acceso visual a través del parabrisas desde el exterior del vehículo según un contexto de conducción para el vehículo.

25 El parabrisas tiene un primer estado de luz que proporciona acceso visual desde el entorno exterior hasta el interior del vehículo (es decir, para otros usuarios de carretera) a través del parabrisas simultáneamente con la provisión de acceso visual desde el interior hasta el exterior (es decir, para los ocupantes de un vehículo) y un segundo estado de luz que obstruye acceso visual desde el exterior hasta el interior simultáneamente con la provisión (no obstruida) de acceso visual desde el interior hasta el exterior.

30 El parabrisas del vehículo incorpora uno o más moduladores de luz conmutables que implementan los estados de luz y el sistema de control del vehículo controla la conducción autónoma y está funcionalmente acoplado al modulador de luz del parabrisas para hacer funcionar selectivamente los estados de luz.

35 La presente invención minimiza la reacción que algunas personas pueden tener con respecto a vehículos que se conducen de manera autónoma. Proporciona una solución que minimiza la reacción de las personas en el exterior de un vehículo conducido de manera autónoma y/o en el interior.

40 En las formas de realización, el parabrisas es una interfaz persona-máquina que puede hacerse funcionar selectivamente por el sistema de control del vehículo de carretera para optimizar comportamiento humano y la ergonomía proporcionando dos o más niveles de acceso visual que responden a un contexto de conducción.

45 En las formas de realización, en el segundo estado de luz el parabrisas atenúa tanto la iluminancia en el interior (es decir, luz del día que se transmite atenuada) y la luminosidad transmitida desde el mismo hasta el exterior (es decir, luz regular que se transmite atenuada) y obstruye el acceso visual desde el exterior, pero, la iluminancia del exterior no se atenúa y el parabrisas atenúa solamente la luminosidad transmitida desde el mismo hasta el interior y proporciona acceso visual desde el interior hasta el exterior.

50 En las formas de realización, en uso, la adaptación ocular de los ocupantes a la iluminancia atenuada del interior del vehículo proporcionada por el segundo estado de luz da como resultado el brillo percibido de objetos vistos a través del parabrisas que queda cerca del contraste entre los estados de luz primero y segundo (después de que los ojos de los ocupantes hayan completado la adaptación a cada estado de luz) y se mantiene el acceso visual para los ocupantes al exterior.

55 En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo selecciona dinámicamente los estados de luz del parabrisas que responden al contexto de conducción que incluye: estado de ocupación de vehículo, el nivel de luz del entorno de conducción (es decir, día o noche, luminoso u oscuro), condiciones meteorológicas, proximidad de otros usuarios de carretera, tipo de usuario de carretera detectado (peatones, vehículo convencional o vehículo autónomo), tipo de ocupante (adulto, niño, o persona con discapacidad), flujo y nivel de tráfico circundante, velocidad de conducción, ubicación rural o urbana, tipo de carretera (autopista, regional o calle de ciudad), detección de una situación que pueda alarmar a los ocupantes, requisito indispensable para proporcionar o denegar acceso visual en determinadas áreas/situaciones, anulación de aplicación de la ley, proximidad de determinada infraestructura, requisitos de privacidad o seguridad, anulación por parte del operador/ocupante de los ajustes programados, transición a la activación de la conducción autónoma, o transición entre conducción autónoma y detención en un destino.

- 5 En las formas de realización, el parabrisas conmutable atenúa el espectro de luz visible incidente absorbiendo, reflejando, o dispersando luz, y, preferentemente, la absorción de luz explica la mayor pérdida de transmisión de luz visible regular en el segundo estado de luz.
- 10 En las formas de realización, el primer estado de luz del parabrisas tiene una transmitancia de luz visible (o nivel de transmisión) del 45% o más y proporciona acceso visual desde el exterior y su segundo estado de luz tiene el 35% o menos de transmitancia de luz visible y obstruye el acceso visual desde el exterior (por lo menos para algunos usuarios de carretera en algunos contextos de conducción).
- 15 El primer estado de luz se selecciona mediante el sistema de control de vehículo durante la conducción humana y el segundo estado de luz puede seleccionarse solamente durante la conducción de manera autónoma.
- 20 En las formas de realización, el modulador de luz conmutable incluye uno de los siguientes tipos electroópticos, o versiones híbridas de los mismos: un dispositivo electroforético, un dispositivo de cristal líquido, un dispositivo de cristal líquido invitado-anfitrión, un dispositivo de cristal líquido dopado con colorantes, un dispositivo electrocrómico, un dispositivo electrocrómico que incorpora un gel fluido electrolítico, un dispositivo electrocinético, un dispositivo de partículas en suspensión, o un dispositivo electrohumectante.
- 25 En algunas formas de realización, mientras se conduce de manera autónoma en un entorno oscuro (por ejemplo, por la noche o en un túnel oscuro) el sistema de control de vehículo selecciona el primer estado de luz y en un entorno luminoso (por ejemplo, con luz del día o en calles bien iluminadas), selecciona el segundo estado de luz.
- 30 En las formas de realización que proporcionan modo conductor, el sistema de control de vehículo monitoriza el funcionamiento del modulador de luz conmutable en el parabrisas asegurando que se proporciona una transmitancia mínima requerida de luz visible.
- 35 En algunas formas de realización, el vehículo hace funcionar de manera independiente el acceso visual de sus otras ventanas y/o aberturas mediante la incorporación de uno o más moduladores de luz conmutables en las mismas.
- 40 En las formas de realización, el parabrisas y, opcionalmente, otras ventanas de vehículo son un subsistema de conducción autónoma que se hace funcionar de manera selectiva por el sistema de control de vehículo.
- 45 En algunas formas de realización, el parabrisas en el segundo estado de luz aparece fuertemente tintado o reflectante (es decir, semejante a un espejo) y deteriora la transparencia denegando el acceso visual desde el exterior con luz del día.
- 50 En algunas formas de realización, el parabrisas tiene un tercer estado de luz, y puede seleccionarse en el modo de conducción autónoma y su transmitancia de luz visible regular es significativamente menor que el segundo estado de luz y niega el acceso visual desde el exterior y reduce el acceso visual desde el interior hasta el exterior.
- 55 En el uso, en algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo selecciona el tercer estado de luz para obstruir el acceso visual al exterior en situaciones de emergencia o situaciones que puedan alarmar a los ocupantes de un vehículo.
- 60 En algunas formas de realización, el parabrisas tiene un cuarto estado de luz, y puede seleccionarse en el modo de conducción autónoma y su transmitancia de luz regular es prácticamente insignificante y el parabrisas es casi opaco cuando se ve desde cualquier lado, proporcionando privacidad y seguridad.
- 65 En algunas formas de realización, pueden seleccionarse estados de luz intermedios entre el primero y uno o más del segundo, tercero o cuarto estados de luz y proporcionan un parabrisas con una transmitancia de luz visible variable entre estos estados de luz extremos. Algunas formas de realización usan un estado de luz intermedio en lugar de los primero, segundo, tercero o cuarto estados de luz en respuesta a un contexto de conducción del vehículo.
- En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar la iluminación en cabina o aumenta la transmitancia de luz visible de un techo practicable para evitar una pérdida de iluminación en el interior de la cabina seleccionando los tercero o cuarto estados de luz para el parabrisas del vehículo y/u otras ventanas e impide, por consiguiente, (o minimiza) la adaptación ocular en los ocupantes.
- En algunas formas de realización, aunque el vehículo esté en el modo de conducción autónoma, o estacionado, los estados de luz del parabrisas y los de otras ventanas y aberturas pueden seleccionarse de manera remota incluyendo a través de Internet.
- En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo usa sus estados de luz intermedios para

- 5 proporcionar un cambio progresivo en la transmitancia de luz visible del parabrisas a lo largo de un periodo de tiempo (por ejemplo, cinco minutos) que permite por lo menos una adaptación parcial de la vista de los ocupantes a la iluminancia cambiante en la cabina. En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo en el modo de conducción autónoma pasa usando sus estados de luz intermedios desde el segundo estado de luz (u otro estado de transmitancia de luz reducida) hasta el primer estado de luz a lo largo de un corto periodo de tiempo (por ejemplo, 1-5 minutos) antes de la detención del vehículo en un destino.
- 10 En las formas de realización, el sistema de control de vehículo está acoplado funcionalmente por cable o de manera inalámbrica a un sistema integrado que acciona y proporciona señales de conducción al uno o más moduladores de luz conmutables.
- 15 En algunas formas de realización, en el uso, el sistema de control de vehículo selecciona (o activa) momentáneamente el primer estado de luz (en respuesta a una comunicación V2X) de modo que una cámara remota (por ejemplo, una cámara de velocidad) puede capturar una imagen a través del parabrisas.
- 20 En algunas formas de realización, el estado de acceso visual desde el exterior del vehículo se presenta visualmente como información (es decir, texto o icono) dentro de la cabina.
- 25 En modo de conducción autónoma, el sistema de control de vehículo puede cambiar la adaptación ocular de ocupantes a lo largo del tiempo usando los estados de luz que pueden seleccionarse eléctricamente de sus una o más ventanas conmutables para cambiar significativamente la iluminancia en el interior de un vehículo en comparación con el exterior.
- 30 En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo usa un sistema de seguimiento ocular para monitorizar la adaptación ocular de uno o más ocupantes y usa estos datos como entrada a un algoritmo que selecciona un estado de luz.
- 35 En algunas formas de realización, cuando se pasa a lo largo de un periodo de tiempo entre un estado de luz actual y un estado final un sistema de seguimiento ocular proporciona realimentación (o sea un bucle de realimentación) al sistema de control de vehículo en el progreso de adaptación ocular con ocupantes.
- 40 La relación de contraste definida como la relación de iluminancia en el exterior hasta el interior del vehículo (es decir, la cabina) se controla en el modo de conducción autónoma durante la luz del día (y opcionalmente en áreas bien iluminadas por la noche), de modo que el vehículo funciona con una relación de 2,0 o más.
- 45 En algunas formas de realización que tienen múltiples ventanas de modulador de luz, el sistema de control de vehículo puede hacer funcionar cada ventana independientemente de manera que puede denegarse el acceso visual a un lado del vehículo, pero no al otro.
- 50 En las formas de realización, el parabrisas conmutable tiene uno o más estados de luz transparente e incluye lo siguiente: una ventana inteligente, una ventana conmutable, una ventana de atenuación electrónica, un ocultador de luz, un fotoatenuador, un dispositivo de transmitancia de luz variable, un dispositivo de absorbanza de luz variable, un dispositivo reflectante de luz variable, un dispositivo de dispersión de luz variable, un dispositivo de control de luz, una piel electrónica, un dispositivo de visualización monocromo, un dispositivo de visualización a color, o un dispositivo de visualización translúcido.
- 55 En las formas de realización, el modulador de luz conmutable del parabrisas puede variar su transparencia, y de manera concurrente su acceso visual, actuando en parte de (es decir, una o más bandas) o todo el espectro de luz visible (es decir, entre 380nm y 780 nm) y, en algunas formas de realización, diferentes estados de luz tienen diferentes espectros.
- 60 En algunas formas de realización, la transparencia del parabrisas conmutable y el acceso visual se cambia seleccionando estados de luz que cambian el reflejo especular, así como la transmitancia regular (especular).
- 65 En algunas formas de realización, el parabrisas conmutable comprende una película de modulador de luz conmutable laminada entre hojas de vidrio en una estructura intercalada con adhesivo óptico conocidos como capas intermedias, y el laminado monolítico resultante se une o se fija a la carrocería del vehículo. En algunas formas de realización, una o ambas hojas de vidrio son vidrio transparente (es decir, no tintado) y maximizan la transmitancia de luz visible del parabrisas en el primer estado de luz. En otras formas de realización, la hoja externa del parabrisas es un laminado de dos hojas y el modulador de luz conmutable está laminado entre este y una hoja interna.
- En algunas formas de realización, un parabrisas previamente ensamblado tiene un modulador de luz conmutable unido a su cara interior (es decir, orientado hacia la cabina).
- En las formas de realización, el modulador de luz conmutable comprende dos sustratos de película transparentes

separados paralelos que están cubiertos con electrodos transparentes, y en el espacio entre una célula electroóptica, y la célula es sensible a señales eléctricas aplicadas a los electrodos para seleccionar estados de luz.

5 En algunas formas de realización, la célula electroóptica es una célula electroforética y contiene una tinta electroforética y estructuras poliméricas, y la célula electroforética está unida a los sustratos, y la tinta electroforética ha cargado partículas suspendidas en un fluido de suspensión y son sensibles a un campo eléctrico aplicado a los electrodos para seleccionar estados de luz; y, en el primer estado de luz, las partículas cargadas se concentran al máximo dentro de la célula electroforética para retirarlas de la trayectoria de luz visible a través del parabrisas y maximizar la transmitancia de luz visible y proporcionar acceso visual y, en el segundo estado de luz, las partículas cargadas se dispersan dentro de la célula para extenderse en la trayectoria de luz visible a través del parabrisas y reducir la transmitancia de luz y obstruir el acceso visual.

15 En las formas de realización, el parabrisas conmutable está acoplado de manera funcional al sistema de control de vehículo a través de su sistema de controlador y conductor de modulador de luz conmutable usando un enlace inalámbrico, un enlace por cable, un bus de vehículo o cualquier combinación de estos.

Breve descripción de los dibujos

20 Ahora se describen formas de realización de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

25 La figura 1a muestra una forma de realización 100 de un sistema de vehículo autónomo con su parabrisas en un primer estado de luz y desde la perspectiva de alguien en el exterior del vehículo.

La figura 1b muestra también una forma de realización 100 en el primer estado de luz, pero desde la perspectiva del ocupante de un vehículo.

30 La figura 2a muestra una forma de realización 100 en un segundo estado de luz y desde la perspectiva de alguien en el exterior del vehículo.

La figura 2b muestra también una forma de realización 100 en el segundo estado de luz, pero desde la perspectiva del ocupante de un vehículo.

35 La figura 3a muestra una forma de realización 100 en un tercer estado de luz y desde la perspectiva de alguien en el exterior del vehículo.

La figura 3b muestra también una forma de realización 100 en el tercer estado de luz, pero desde la perspectiva del ocupante de un vehículo.

40 La figura 4a muestra una forma de realización 100 en un cuarto estado de luz y desde la perspectiva de alguien en el exterior del vehículo.

45 La figura 4b muestra también una forma de realización 100 en el cuarto estado de luz, pero desde la perspectiva del ocupante de un vehículo.

La figura 5 muestra una forma de realización 500 de un vehículo autónomo que tiene moduladores de luz conmutables incorporados en todas sus ventanas.

50 La figura 6 muestra una sección transversal del parabrisas 10 de la forma de realización 100 con modulador 115 de luz conmutable incorporado.

La figura 7 muestra una sección transversal del parabrisas 112 de la forma de realización 700.

55 La figura 8 muestra una sección transversal del parabrisas 113 de la forma de realización 800.

Descripción detallada

60 En las formas de realización, la reacción humana a un vehículo de carretera conducido de manera autónoma se minimiza mediante el sistema de control de vehículo usando un modulador de luz conmutable funcionalmente acoplado incorporado en el parabrisas del vehículo (o cristal). El sistema de control de vehículo selecciona electrónicamente la transparencia del parabrisas del vehículo, o una parte de este, y, opcionalmente, las otras ventanas y/o aberturas también, usando el/los modulador(es) de luz conmutable(s). Concomitantemente con la selección de la transparencia del parabrisas, el sistema de control de vehículo controla el acceso visual a través del parabrisas y, opcionalmente, las otras ventanas. Para los usuarios de carretera en el exterior del vehículo, la transmitancia de luz visible del parabrisas de la forma de realización que incorpora un modulador de luz se reduce

suficientemente en un modo de conducción autónoma (es decir, cuando se conduce de manera autónoma) para obstruir el acceso visual al interior del vehículo. El sistema de control del vehículo hace funcionar el parabrisas para aparecer fuertemente tintado o reflectante (es decir, semejante a un espejo) y deteriorar la transparencia suficientemente para denegar preferentemente el acceso visual. Los del exterior del vehículo no tienen una indicación visual satisfactoria de si el vehículo se está conduciendo de manera autónoma o por un conductor, o si el asiento del conductor está vacío. Por consiguiente, se minimizan las reacciones adversas a un vehículo conducido de manera autónoma equipado con una forma de realización, en particular, el mal comportamiento de otros usuarios de carretera que pretenden explotar la prevención de colisión predecible de vehículos autónomos (se describen ejemplos de mal comportamiento en la sección “Antecedentes de la invención”).

En las formas de realización, el modo de conducción autónoma (o conducción autónoma) puede intercambiarse con modo de autoconducción y se refiere a una conducción del vehículo sin la ayuda de operación humana y, en algunas formas de realización, sin ocupación humana. En algunas formas de realización, el vehículo autónomo tiene la opción de conducción humana y proporciona un modo conductor. En otras formas de realización, el vehículo no proporciona ayudas de conducción humana convencionales tales como un volante de dirección y/o pedales. En las formas de realización que tienen modo conductor, el sistema de control del vehículo selecciona un estado de luz para su parabrisas que proporciona una transmitancia de luz visible y una transparencia máximas, y, por tanto, acceso visual, a un nivel comparable a vehículos convencionales. Formas de realización de vehículo autónomo son vehículos que se conducen en carreteras públicas incluyendo vehículos de pasajeros, vehículos comerciales, coches, furgonetas, autobuses, camiones y vehículos robóticos.

Como mínimo, las formas de realización proporcionan parabrisas (o una parte de los mismos) con dos transmitancias de luz visible o estados de luz extremos que pueden seleccionarse electrónicamente correspondientes a diferentes niveles de transparencia. Un primer estado de luz proporciona el 45% o más transmitancia de luz visible (y preferentemente el 57,5% o más, y más preferentemente el 62,5% o más, y muy preferentemente el 65% o más) y un segundo estado de luz proporciona el 35% o menos (y preferentemente el 28% o menos, y más preferentemente el 25% o menos, y muy preferentemente el 20% o menos). En algunas formas de realización, en el modo conductor, el sistema de control de vehículo limita la selección al primer estado de luz (o estados de luz para el parabrisas que exceden un nivel mínimo de transmitancia de luz visible) y en el modo de conducción autónoma pueden seleccionarse todos los estados de luz. En formas de realización de vehículo que no proporcionan la opción de conducción humana, un primer estado de luz proporciona el vehículo autónomo con máxima transparencia. Ejemplos de situaciones de conducción autónoma que requieren el sistema de control de vehículo para seleccionar una transparencia de parabrisas máxima incluyen proporcionar una vista no obstruida al interior del vehículo cuando lo requiere la aplicación de la ley, o, cuando un pasajero está a punto de entrar en un vehículo. En otro ejemplo, el sistema de control del vehículo autónomo puede seleccionar su transparencia de parabrisas máxima (es decir, un primer estado de luz) por la noche en carreteras sin iluminar para maximizar la visión de los ocupantes a través del parabrisas.

En las formas de realización, el sistema de control de vehículo selecciona el estado de luz del parabrisas del vehículo en respuesta al contexto de conducción. Ejemplos del contexto de conducción incluyen: conducción autónoma o conducción humana, estado de ocupación de vehículo, el nivel de luz del entorno de conducción (es decir, día o noche, luminoso u oscuro), condiciones meteorológicas, proximidad de otros usuarios de carretera, tipo de usuario de carretera (peatones, vehículo convencional o vehículo autónomo), tipo de ocupante (adulto, niño, o persona con discapacidad), flujo y nivel de tráfico circundante, velocidad de conducción, ubicación rural o urbana, tipo de carretera (por ejemplo autopista, regional o calle de ciudad), detección de una situación que pueda alarmar a los ocupantes, requisito indispensable para proporcionar o denegar acceso visual en determinadas áreas/situaciones, proximidad de infraestructura especificada, requisitos de privacidad o seguridad, anulación por parte del operador/ocupante de ajustes programados o por defecto, transición a la activación de la conducción autónoma, o transición entre conducción autónoma y detención en un destino. En las formas de realización, el parabrisas es una interfaz persona-máquina-entorno que puede hacerse funcionar selectivamente por el sistema de control del vehículo de carretera en un contexto de conducción para optimizar el comportamiento humano, el bienestar o la ergonomía a través de la selección de acceso visual, así como para controlar el entorno a través de la selección de transmisión solar (desde uv hasta infrarrojos).

En la forma de realización 100 mostrada en las figuras 1a y 1b, el primer estado de luz del parabrisas proporciona acceso visual desde el entorno exterior hasta el interior del vehículo para otros usuarios de carretera simultáneamente con la provisión de acceso visual desde el interior hasta el exterior para los ocupantes de un vehículo similar a un parabrisas convencional. Las figuras 2a y 2b muestran la misma forma de realización 100 en el segundo estado de luz obstruyendo el acceso visual desde el exterior hasta el interior para otros usuarios de carretera simultáneamente con la provisión de acceso visual desde el interior hasta el exterior para los ocupantes de un vehículo análogo a un espejo unidireccional (y descrito más adelante).

Las figuras 1a y 1b muestran la forma de realización de vehículo autónomo 100. El sistema de control de vehículo 30 ha activado el modo conductor. La forma de realización de parabrisas 10 incorpora un modulador 115 de luz conmutable (tal como se describe más adelante y se muestra en la figura 6) y está en el primer estado de luz. La figura 1a es desde la perspectiva de un espectador 2 externo de la forma de realización de vehículo autónomo

100, y la figura 1b es desde la perspectiva de un conductor 1 en la cabina 50 del vehículo. El sistema de control de vehículo 30 está conectado a un sistema 20 integrado que acciona y proporciona señales de conducción a los moduladores de luz conmutables en el vehículo 100.

5 En la figura 1a, la luz del día 1100 es representativa de la iluminancia significativa en la superficie externa del parabrisas 10 (por ejemplo, 1.000 lux en un día nublado). En el primer estado de luz, el parabrisas 10 transmite su nivel máximo de luz visible (por ejemplo, el 70% normal con respecto a su superficie) tal como se indica por la anchura ligeramente reducida de la luz transmitida 1101. En las figuras, los rayos de luz se muestran con diferentes anchuras, esto es para indicar diferentes intensidades de luz en cualquier lado de un parabrisas 10 de una forma de realización dependiendo de la transmitancia de luz del estado de luz mostrado. La cabina 50 se ilumina mediante luz del día 1101 transmitida por sus parabrisas y ventanas (y/o aberturas) y su iluminancia es aproximadamente de 700 lux (usando el ejemplo de un día nublado). Esta luz en la cabina es incidente sobre superficies tales como la cara del conductor 1 y produce una luminosidad visible desde el exterior del vehículo. El rayo 1102 de luz está en la dirección del espectador 2. El parabrisas 10 transmite este rayo con una atenuación mínima en el primer estado de luz tal como se indica por la anchura ligeramente reducida del rayo 1103. El conductor 1 es visible al espectador 2 y las superficies dentro de la cabina 50 tienen un nivel de brillo similar (es decir, luminosidad) con respecto a los vehículos convencionales.

20 La figura 1b muestra el primer estado de luz de formas de realización 100 desde la perspectiva de conductor 1. La luz del día 1110 proporciona iluminancia sobre la cara del espectador 2. La luminosidad es visible en la dirección del conductor 1 tal como se indica por el rayo de luz 1111. El parabrisas 10 transmite este como un rayo 1112 y el espectador 2 es altamente visible para el conductor 1. La luminosidad de superficies en el exterior del vehículo y vista a través del parabrisas 10 con luz del día tienen un nivel de brillo similar a los vehículos convencionales.

25 Las figuras 2a y 2b muestran el vehículo autónomo 100 con su parabrisas 10 en el segundo estado de luz. El sistema de control de vehículo 30 ha activado el modo de conducción autónoma. El segundo estado de luz puede seleccionarse por el sistema de control de vehículo 30 cuando el modo de conducción autónoma se active o cuando no esté en el modo conductor. En la figura 2a, la luz del día 1200 proporciona iluminancia significativa en la superficie externa del parabrisas 10. En el segundo estado de luz, el parabrisas 10 transmite aproximadamente el 35% de luz visible o menos (normal a su superficie) tal como se indica por la anchura reducida de luz transmitida 1201. La cabina 50 se ilumina por la luz del día 1201 transmitida por sus parabrisas 10 y ventanas (y/o aberturas) y su iluminancia puede ser la mitad o menos que la del primer estado de luz. Esta luz en la cabina es incidente sobre superficies tales como la cara del ocupante 3 y produce luminosidad. El ocupante 3 puede ser la misma persona que el conductor 1 mostrado en las figuras 1a y 1b, pero, para evitar la confusión, la persona que ocupa el asiento del conductor se denomina ocupante cuando él/ella no proporciona ayuda a la conducción al vehículo cuando el modo de conducción autónoma se activa mediante el sistema de control de vehículo. El rayo de luz 1202 es en la dirección del espectador 2. El parabrisas 10 transmite este rayo con el 35% de transmitancia de luz visible o menos en el segundo estado de luz tal como se indica por la anchura reducida del rayo 1203. El ocupante 3 y las superficies de cabina 50 se oscurecen por el parabrisas 10 en el segundo estado de luz. Dependiendo de la transmitancia de parabrisas 10, y el nivel de adaptación ocular del espectador 2 (adaptado al entorno exterior), el ocupante 3, o la ausencia de un ocupante en el asiento del conductor, puede ocultarse al espectador 2.

45 Ventajosamente, en el segundo estado de luz, el parabrisas 10 reduce tanto la iluminancia de cabina 50 (cuando se transmite luz del día a la cabina 50) como reduce la luminosidad del ocupante 3 cuando se percibe por el espectador 2 ya que la luz (del ocupante 3) debe viajar una segunda vez a través del parabrisas 10. En un ejemplo la transmitancia de segundo estado de luz del parabrisas es del 25% y esto reduce la iluminancia de la luz del día en la cabina al 25% de este exterior. Como consecuencia, la luminosidad de superficies en la cabina 50 es, entonces, del 25% de lo que sería en el exterior del vehículo. Como la luz desde las superficies debe pasar a través del parabrisas 10 para alcanzar al espectador 2, la luminosidad percibida se reduce adicionalmente y se aproxima al 6,25% (es decir, $0,25 \times 0,25$) de lo que sería la luminosidad si el ocupante 3 estuviera fuera de la cabina (y de otro modo en la línea de visión del espectador 2 y a una distancia similar).

50 La figura 2b muestra el segundo estado de luz de la forma de realización 100 desde la perspectiva del ocupante 3. La luz del día 1210 proporciona iluminancia en la cara del espectador 2. La luminosidad es visible en la dirección del ocupante 3 tal como se indica por el rayo de luz 1211. El parabrisas 10 transmite esta como el rayo 1212 con la transmitancia proporcionada por el segundo estado de luz. El espectador 2 es altamente visible puesto que los ojos del ocupante 3 se adaptan a la iluminación más baja en el interior de la cabina (tal como se describe en relación con la figura 2a). Ventajosamente, el ocupante 3 percibe que el espectador 2 es exactamente tan visible como en el primer estado de luz (con respecto al conductor 1) mostrado en la figura 1b asumiendo las condiciones de luz del día puesto que los ojos de los ocupantes se adaptan a la iluminancia de cabina más baja proporcionada por el segundo estado de luz. Adicionalmente, además de que los ojos de los ocupantes se han adaptado a la iluminancia de cabina más baja (proporcionada por el segundo estado de luz de las formas de realización), la luminosidad de los objetos externos vistos a través del parabrisas 10 por un ocupante 3 son un múltiplo de la luminosidad correspondiente de los objetos del interior vistos por el espectador 2. Esto se muestra en las figuras 2b y 2a por la diferencia en las anchuras de rayo de luz entre los rayos 1212 (luminosidad que alcanza al ocupante 3) y el rayo 1203 (luminosidad que alcanza al espectador 2).

En el ejemplo dado para la figura 2a de un parabrisas que tiene el 25% de transmitancia, la luminosidad que alcanza al ocupante 3 (rayo 1212 en la figura 2b) es el 25% de lo que sería en el exterior de la cabina (y representada por el rayo 1211), o cuatro veces mayor que la proporcionada al espectador 2 (rayo 1203) en la figura 2a (es decir, $25\% / 6,25\% = 4$). Significativamente, la reducción de luminosidad que alcanza al ocupante 3 a través del parabrisas 10 en el segundo estado de luz se iguala mediante una adaptación ocular correspondiente (a lo largo del tiempo) en el ocupante 3 a una reducción similar en iluminancia en el interior de la cabina proporcionada también por el parabrisas 10. En un ejemplo de forma de realización en el que el parabrisas 10 y otras ventanas tienen una transmitancia del 25% en el segundo estado de luz, la luminosidad de objetos externos se reduce al 25% de manera concurrente con la iluminación de la cabina que se reduce al 25%, y a lo largo del tiempo los ojos de los ocupantes se adaptan a la iluminancia más baja en el interior del vehículo con el resultado de que los objetos en el exterior del vehículo solo son tan visibles para los ocupantes en el segundo estado de luz como en el primero (es decir, no se percibe pérdida de transparencia en el parabrisas 10 para los ocupantes). Esto demuestra la sorprendente doble funcionalidad y el principio de las formas de realización que puede seleccionarse en el modo de conducción autónoma: el parabrisas 10 obstruye el acceso visual a través del mismo desde el exterior del vehículo hasta el interior al tiempo que proporciona acceso visual desde el interior hasta el entorno exterior en el segundo estado de luz.

A este respecto, la operación de la forma de realización es análoga al principio de un espejo unidireccional (también conocido como espejo polarizado) en el que los observadores en el lado oscuro (correspondiente a la cabina del vehículo) ven una abertura transparente que proporciona acceso visual pero los observadores en el lado luminoso (correspondiente al entorno externo) ven su reflejo en un espejo y no tienen acceso visual a través de la abertura al lado oscuro. En algunas formas de realización, el modulador de luz conmutable es reflectante (es decir, proporciona estados de luz que pueden seleccionarse con diferentes niveles de reflejo de luz especular, así como transmisión de luz regular) y el parabrisas es un espejo unidireccional conmutable.

En las formas de realización, la transmitancia de luz visible de cualquiera de los primero y segundo estados de luz (o ambos) puede fijarse a niveles tales como los exigidos por ley, niveles predeterminados como los seleccionados por el fabricante del vehículo o el usuario del vehículo, o niveles dinámicos calculados mediante el uso de algoritmos que se usan como datos de entrada a partir de sensores que monitorizan el entorno de conducción tal como la iluminancia en el exterior del vehículo. En el segundo estado de luz basta con proporcionar una visibilidad reducida o disminuida desde el exterior hasta el interior cuando se compara con el primer estado de luz tal como se muestra por la diferencia en anchura de línea (que representa la intensidad de luz) entre el rayo de luz 1103 de la figura 1a y el rayo 1203 de la figura 2a. La visibilidad reducida operada en el modo de conducción autónoma puede ser efectiva en denegar el acceso visual desde el exterior para algunos o todos los usuarios de carretera y en algunos o todos los contextos de conducción. Por ejemplo, parte de la percepción de visibilidad reducida de los usuarios de carretera puede ser momentánea cuando un vehículo autónomo en movimiento pasa rápidamente en un tráfico fluido mientras que los peatones en un cruce tienen más tiempo para concentrarse en ver a través del parabrisas de un vehículo autónomo detenido.

A pesar de que las formas de realización en el modo de conducción autónoma pueden mantener el acceso visual para los ocupantes de un vehículo con respecto al entorno externo, hay formas de realización en las que puede ser deseable reducir o denegar este acceso visual también. En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar el parabrisas en un tercer estado de luz que reduce selectivamente la transparencia suficientemente para reducir el acceso visual al exterior para los ocupantes de un vehículo. Aún en otras formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar el parabrisas en un cuarto estado de luz que es casi opaco y niega el acceso visual. En algunas formas de realización, pueden seleccionarse estados de luz intermedios entre el primero y uno o más del segundo, tercero o cuarto estados de luz para proporcionar un parabrisas con una transmitancia (o transmisión) de luz visible variable y regular entre estos estados de luz extremos.

Las figuras 3a y 3b muestran el tercer estado de luz de una forma de realización del parabrisas 10 desde la perspectiva de alguien en el exterior de un vehículo y el ocupante de un vehículo respectivamente. El sistema de control de vehículo 30 del vehículo autónomo 100 ha activado el modo de conducción autónoma. El tercer estado de luz puede seleccionarse por el sistema de control de vehículo 30 cuando el modo de conducción autónoma se activa, y su transmitancia de luz visible regular es más baja que en el segundo estado y, en algunas formas de realización, tiene una transmitancia de luz visible del 10% o menos.

Situaciones en las que es deseable el tercer estado de luz incluyen situaciones de emergencia o situaciones que pueden alarmar a los ocupantes de un vehículo. Cuando se detecta una situación de emergencia por el vehículo (o se detecta de manera remota y se comunica al vehículo) el acceso visual al entorno externo se reduce momentáneamente por el sistema de control del vehículo para minimizar el temor o la alarma sentidos por los ocupantes cuando se evita una colisión. De manera similar, en una maniobra de otro modo segura que puede percibirse por los ocupantes del vehículo como peligrosa o causar alarma, el acceso visual al entorno externo puede denegarse momentáneamente en algunas formas de realización. Un ejemplo de esto último es cuando dos vehículos conducidos de manera autónoma sincronizan o coordinan en tiempo y movimiento su conducción tal

como cuando se desplazan, se adelantan o se acercan el uno al otro desde sentidos opuestos y como consecuencia de la sincronización de su conducción, se acercan el uno al otro más de lo que se consideraría seguro si ambos se condujeran por conductores humanos. El acceso visual para los ocupantes de una forma de realización también puede reducirse temporalmente en situaciones en las que por motivos de seguridad el sistema de control de vehículo ha anulado temporalmente el modo conductor (es decir, ha tomado el control del conductor) y activado el modo de conducción autónoma.

En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar los estados de luz del parabrisas según el tipo de ocupante, en particular, si los ocupantes son solamente de un tipo. Por ejemplo, si los ocupantes son niños (es decir, no hay ningún adulto presente) entonces el sistema de control de vehículo hace funcionar el parabrisas para proporcionar privacidad en el modo de conducción autónoma usando los estados de luz tercero o cuarto. En otro ejemplo, si el ocupante del asiento del conductor (o el asiento en coches convencionales correspondiente al asiento del conductor) es ciego, él/ella puede seleccionar el funcionamiento del parabrisas para proporcionar una privacidad análoga a elegir llevar gafas oscuras. Aún en otro ejemplo, el sistema de control de vehículo monitoriza el ocupante en el asiento del conductor (o cualquier otro asiento) usando sensores de seguimiento ocular para determinar el estado de alerta del ocupante y hace funcionar el parabrisas para proporcionar privacidad (o reduce la iluminancia de la cabina) si se detecta un ocupante que está dormido.

En la figura 3a, la luz del día 1300 proporciona iluminancia significativa en la superficie externa del parabrisas 10. En el tercer estado de luz, el parabrisas 10 transmite aproximadamente el 10% de luz visible o menos (normal con respecto a su superficie) tal como se indica por la anchura reducida de luz transmitida 1301. La cabina 50 se ilumina por la luz del día 1301 transmitida por su parabrisas y ventanas (y/o aberturas) y su iluminancia es una fracción (por ejemplo, $\leq 1/7$) del primer estado de luz. Esta luz en la cabina es incidente sobre superficies tales como la cara del ocupante 3 y produce luminosidad. El rayo de luz 1302 está en la dirección del espectador 2. El parabrisas 10 transmite este rayo con una transmitancia del 10% de luz visible regular o menos en el tercer estado de luz tal como se indica por la anchura reducida del rayo 1303. El ocupante 3 y las superficies de cabina 50 se oscurecen por el parabrisas 10 en el tercer estado de luz. Dependiendo de la transmitancia del parabrisas 10, y el nivel de adaptación ocular del espectador 2 (adaptado al entorno exterior), el ocupante 3, o la ausencia de un ocupante en el asiento del conductor, puede ocultarse del espectador 2.

En un ejemplo de forma de realización, la transmitancia del tercer estado de luz es del 5% y esto reduce la iluminancia de la luz del día en la cabina al 5% de la del exterior. Como consecuencia, la luminosidad de superficies en la cabina 50 es, entonces, el 5% de lo que sería en el exterior del vehículo. Como la luz desde las superficies debe pasar a través del parabrisas 10 para alcanzar al espectador 2, la luminosidad percibida se reduce adicionalmente y se aproxima solo $1/400$ (es decir, $0,05 \times 0,05$) de lo que sería la luminancia sería si el ocupante 3 estuviera fuera de la cabina.

La figura 3b muestra el tercer estado de luz de la forma de realización 100 desde la perspectiva del ocupante 3. La luz del día 1310 proporciona iluminancia en la cara del espectador 2. La luminosidad se dirige en la dirección del ocupante 3 tal como se indica por el rayo de luz 1311. El parabrisas 10 transmite esta como el rayo 1312 con la transmitancia (10% o menos) proporcionada por el tercer estado de luz. Inmediatamente después de conmutar al tercer estado de luz la vista a través del parabrisas se reduce puesto que los ojos del ocupante 3 no tienen tiempo de adaptarse a la iluminación más baja en el interior de la cabina (tal como se describe en relación con la figura 3a). En el ejemplo dado para la figura 3a de un parabrisas que tiene una transmitancia del 5%, la luminancia que alcanza al ocupante 3 (el rayo 1312 en la figura 3b) es el 5% de lo que sería en el exterior de la cabina (es decir, el rayo 1311), o aproximadamente una quinta parte de la luminosidad dada en el ejemplo que acompaña a las figuras 2b (es decir, una transmitancia del 25% para el parabrisas 10 en el segundo estado de luz).

En algunas formas de realización, la iluminación en cabina se usa para mantener la iluminación en el interior de la cabina al conmutar al tercer estado de luz para compensar la pérdida de luz del día cuando se conmuta entre los segundo y tercero estados de luz y se impide (o se minimiza) la adaptación ocular en los ocupantes. En las formas de realización alternativas se usa una abertura de techo para mantener la iluminación en el interior de la cabina y el sistema de control de vehículo hace funcionar un modulador de luz en la abertura del vehículo con una transmitancia de luz más alta que la usada para el parabrisas (por ejemplo, se selecciona el techo para estar en el segundo estado de luz cuando el parabrisas está en el tercer estado de luz).

En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar el parabrisas para denegar selectivamente acceso visual para los ocupantes de un vehículo para proporcionar privacidad con respecto a otros usuarios de carretera, y esto puede hacer uso de un cuarto estado de luz o usar el tercer estado de luz descrito anteriormente. El cuarto estado de luz de las formas de realización se muestra en las figuras 4a y 4b. El sistema de control de vehículo 30 del vehículo autónomo 100 ha activado el modo de conducción autónoma. El cuarto estado de luz puede seleccionarse por el sistema de control de vehículo 30 cuando el modo de conducción autónoma se activa. Para proporcionar una función de privacidad efectiva en condiciones de conducción autónoma durante el día o por la noche, la transmitancia de luz visible de las ventanas de un vehículo, y, opcionalmente, las hojas de techo (es decir, hojas transparentes o aberturas), se hacen funcionar selectivamente por el sistema de control de vehículo para estar en un cuarto estado de luz que proporciona una transparencia mínima o una

transmitancia de luz regular. Preferentemente, el cuarto estado de luz en las formas de realización es opaco. En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar la iluminación en cabina y/o el brillo de los dispositivos de visualización del vehículo sincronizados con los moduladores de luz conmutables. Esto es ventajoso, por ejemplo, cuando se proporciona privacidad para los ocupantes por la noche en el modo de conducción autónoma. También es ventajoso cuando se niega acceso visual desde el exterior del vehículo por la noche, particularmente si el vehículo no está ocupado. En el último caso, la iluminación en cabina y las pantallas de presentación visual se apagan o se atenúan a un nivel mínimo en el modo de conducción autónoma de algunas formas de realización.

En la figura 4a, la luz del día 1400 proporciona iluminancia significativa en la superficie externa del parabrisas 10. En el cuarto estado de luz, el parabrisas 10 transmite aproximadamente el 3% de luz visible o menos (normal con respecto a su superficie) tal como se indica por la anchura reducida de luz transmitida 1401. La cabina 50 se ilumina por la luz del día 1401 transmitida por sus parabrisas y ventanas (y/o aberturas) y su iluminancia es una fracción (por ejemplo, $\leq 1/23$) del primer estado de luz. Esta luz en la cabina es incidente sobre superficies tales como la cara del ocupante 3 y produce un bajo nivel de luminosidad. El rayo de luz 1402 está en la dirección del espectador 2.

El parabrisas 10 transmite este rayo con una transmitancia de luz visible regular del 3% o menos en el cuarto estado de luz, reduciendo de manera efectiva su intensidad de luz hasta el punto en el que el parabrisas puede considerarse casi opaco para el espectador 2 y la cabina del vehículo se oculta.

En un ejemplo de forma de realización, la transmitancia del cuarto estado de luz es del 1% y esto reduce la iluminancia de la luz del día en la cabina al 1% de la del exterior. Como consecuencia, la luminosidad de superficies (incluyendo al ocupante 3) en la cabina 50 es entonces el 1% de lo que sería en el exterior del vehículo. Como la luz de las superficies debe pasar a través del parabrisas 10 para alcanzar al espectador 2, la luminosidad percibida se reduce adicionalmente y se aproxima justo a $1/10.000$ (es decir, $0,01 \times 0,01$) de lo que la luminancia sería si el ocupante 3 estuviera fuera de la cabina. Incluso cuando se usa iluminación de cabina para proporcionar iluminación en el interior de la cabina en el cuarto estado de luz, la muy baja transmitancia del parabrisas 10 puede ser suficiente para proporcionar privacidad.

La figura 4b muestra el cuarto estado de luz de la forma de realización 100 desde la perspectiva del ocupante 3. La luz del día 1410 proporciona iluminancia en la cara del espectador 2. La luminosidad se dirige en la dirección del ocupante 3 tal como se indica por el rayo de luz 1411. El parabrisas 10 transmite esta como el rayo 1412 con la transmitancia (del 3% o menos) proporcionada por el cuarto estado de luz. Inmediatamente en la conmutación al cuarto estado de luz, la vista a través del parabrisas se reduce puesto que los ojos del ocupante 3 no tienen tiempo de adaptarse a la iluminación más baja en el interior de la cabina (tal como se describe en relación con la figura 4a). En el ejemplo dado para la figura 4a de un parabrisas que tiene una transmitancia del 1%, la luminosidad que alcanza al ocupante 3 (el rayo 1412 en la figura 1b) es el 1% de lo que sería en el exterior de la cabina (es decir, el rayo 1411), o aproximadamente $1/25$ de la luminosidad dada en las figuras 2b adjuntas de ejemplo (es decir, una transmitancia del 25% para el parabrisas 10 en el segundo estado de luz).

Similar a lo descrito anteriormente para el tercer estado de luz, en algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo usa iluminación en cabina para mantener la iluminación en el interior de la cabina en la conmutación al cuarto estado de luz, o, hace funcionar un modulador de luz en el techo del vehículo con una transmitancia de luz más alta que la usada para el parabrisas. Esto impide (o minimiza) la adaptación ocular en los ocupantes.

En algunas formas de realización, por motivos de seguridad, puede ser deseable obstruir de manera continuada el acceso visual desde el exterior a un vehículo a través del parabrisas y/u otras ventanas en el modo de conducción autónoma, particularmente si el sistema de control del vehículo detecta (usando sensores) que no hay ocupantes de vehículo, o el sistema de control recibe instrucciones de manera remota de que no hay ocupantes. En algunas formas de realización, el subsistema responsable de monitorizar el uso del cinturón de seguridad por los ocupantes se usa para proveer al sistema de control de vehículo del estado de ocupación del vehículo, así como la ubicación del asiento de los ocupantes.

En un ejemplo de una forma de realización de aplicación de la ley, un vehículo de policía puede conducirse en el modo de conducción autónoma sin ocupantes y usarse para controlar la velocidad del tráfico en condiciones meteorológicas adversas o cuando hay una obstrucción de carretera que necesita reducir temporalmente la velocidad permitida. Es probable que otros usuarios de carretera sean más obedientes (es decir, se comporten mejor) si creen que el vehículo de policía está ocupado y por eso el sistema de control de vehículo hace funcionar el parabrisas y ventanas laterales, para obstruir el acceso visual en el modo de conducción autónoma usando los segundo, tercero o cuarto estados de luz.

En un ejemplo de una forma de realización de transporte especializado, un vehículo blindado que se ocupa de la entrega de dinero puede conducirse de manera autónoma y puede no estar ocupado. Para mejorar la seguridad es deseable que el público general no se percate del estado de ocupación del vehículo y por eso el sistema de

control de vehículo hace funcionar el parabrisas y las ventanas laterales, para obstruir el acceso visual en el modo de conducción autónoma usando los segundo, tercero o cuarto estados de luz. Cuando el vehículo llega a su destino y desactiva el modo de conducción autónoma, su parabrisas y otras ventanas pueden programarse para conmutar a la provisión de acceso visual (es decir, el primer estado de luz). Los anteriores eran ejemplos de formas de realización en las que el sistema de control de vehículo usa el estado de ocupación del vehículo para decidir la selección del estado de luz del parabrisas (es decir, como una entrada de datos al algoritmo de toma de decisiones que controla la selección de estado de luz).

En algunas formas de realización, un ocupante, un usuario/propietario, un gestor de flota de transporte de pasajeros (por ejemplo, una flota de taxis), un gestor de flota de transporte de mercancías (por ejemplo, un flota de mensajeros), un fabricante/proveedor de vehículo, o un sistema remoto (es decir, remoto con respecto al vehículo) puede obstruir selectivamente el acceso visual a través del parabrisas (y también otras ventanas) al interior de un vehículo en el modo de conducción autónoma o cuando el vehículo está estacionado. Obstruir el acceso visual puede ser el funcionamiento automático en el modo autónomo, o, el vehículo puede proporcionar la capacidad de seleccionar automáticamente esta funcionalidad tras activar el modo autónomo, o permitir que la funcionalidad se seleccione cuando esté en el modo de conducción autónoma. En cambio, en algunas formas de realización, la funcionalidad puede deseleccionarse de modo que la respuesta automática se anula y el acceso visual se mantiene cuando está en el modo de conducción autónoma. De manera similar, el acceso visual desde el interior de un vehículo con respecto al entorno externo en el modo de conducción autónoma puede seleccionarse por un ocupante, un usuario/propietario, un gestor de flota de transporte de pasajeros (por ejemplo, una flota de taxis), un gestor de flota de transporte de mercancías (por ejemplo, una flota de mensajeros), un fabricante/proveedor de vehículo, o un sistema remoto. Ejemplos de comunicación de sistema remoto que pueden cambiar selectivamente (es decir, como una respuesta programada) la transmitancia del parabrisas en las formas de realización incluye comunicación de vehículo a vehículo (V2V) o una comunicación de vehículo a infraestructura (V2I), conocida colectivamente como una comunicación de vehículo a X (V2X) o sistemas de comunicación vehicular.

En algunas formas de realización, aunque el vehículo esté en el modo de conducción autónoma, o estacionado, o estacionario, los estados de luz pueden seleccionarse de manera remota usando un llavero remoto análogo al bloqueo central remoto o seleccionarse a través de una red tal como usando un teléfono móvil o a través de Internet. En las formas de realización, cuando se proporciona una selección remota de estados de luz a través de una red compartida (dentro del contexto de conducción autónoma), el sistema de control de vehículo proporciona un nivel de seguridad apropiado (por ejemplo, encriptación) con respecto al usado para seleccionar o convocar de manera remota un vehículo autónomo. En algunas formas de realización, la aplicación de la ley y los primeros respondedores pueden anular la operación y seleccionar el primer estado de luz correspondiente a una visibilidad máxima. Esto puede hacerse de manera remota (por ejemplo, usando una comunicación V2X) o usando un servicio de emergencia accesible en el vehículo. En ambos casos el sistema de control de vehículo, el/los subsistema(s) y la(s) red(es) implementan el primer soporte de respondedor en hardware (es decir, usando componentes electrónicos) y software (es decir, código ejecutable). En algunas formas de realización, el acceso visual puede proporcionarse durante un periodo corto de tiempo en respuesta a una señal o detección externa de un objeto externo. En un ejemplo, cuando se aproxima una barrera de entrada a un edificio, el parabrisas de la forma de realización puede conmutar automáticamente al primer estado de luz para proporcionar acceso visual no obstruido desde el exterior y una vez que se pasa la barrera el parabrisas vuelve a su estado de luz previo. En otro ejemplo, el parabrisas de la forma de realización puede responder a una comunicación externa validada seleccionando brevemente o mostrando rápidamente el primer estado de luz de modo que una cámara externa (por ejemplo, una cámara de velocidad) puede capturar una imagen a través del parabrisas, preferentemente el tiempo de selección es demasiado corto como para que los usuarios de carretera tengan acceso visual.

En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar dinámicamente el parabrisas (y opcionalmente otras ventanas y aberturas) para proporcionar una funcionalidad adicional en el modo de conducción autónoma o cuando no está en el modo conductor. Por ejemplo, al seleccionar un estado de luz que proporciona un acceso visual reducido desde el exterior, el sistema de control de vehículo reduce su transmitancia de luz solar (es decir, el espectro solar desde UV hasta infrarrojos) con la ventaja de que el calentamiento solar del interior del vehículo se reduce. En otro ejemplo, al seleccionar un estado de luz que proporciona un acceso visual reducido desde el exterior, el sistema de control de vehículo reduce el resplandor para los ocupantes de un vehículo de la luz solar o de vehículos que vienen en sentido contrario. En algunas forma de realización, el sistema de control de vehículo puede usar uno o más subsistemas basados en cámara para identificar fuentes de resplandor tales como el sol o las luces delanteras de un coche por la noche y seleccionar momentáneamente un estado de luz adecuado para una ventana conmutable en la línea de visión para minimizar el resplandor de la fuente de luz brillante y volver al nivel de acceso visual anterior cuando la fuente de resplandor haya pasado. Preferentemente, el subsistema basado en cámara puede identificar la orientación de fuentes de resplandor con respecto a la orientación del vehículo y proporcionar una cobertura de 360 grados.

En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo hace funcionar los moduladores de luz conmutables de la forma de realización para proporcionar privacidad dependiendo del estado del vehículo (por ejemplo, si está estacionado o estacionario, u ocupado o no). En este ejemplo de forma de realización, el sistema

de control de vehículo puede usar datos suministrados por su subsistema de seguridad y alarma como una entrada a la decisión de seleccionar uno o más estados de luz para las ventanas del vehículo. En otro ejemplo, al seleccionar un estado de luz que proporciona un acceso visual reducido desde el exterior, el sistema de control de vehículo (cuando se conduce de manera autónoma) es sensible a condiciones meteorológicas y reduce la iluminancia de la luz solar de la cabina en luz solar brillante (de 30.000 a 100.000 lux). Proporciona una iluminancia dentro de un intervalo confortable para los ocupantes del vehículo al tiempo que obstruye simultáneamente el acceso visual según la descripción de los segundo, tercero o cuarto estados de luz (o estados de luz intermedios).

En algunas formas de realización, el sistema de control del vehículo puede demorar la conmutación desde un estado de luz hasta otro. Por ejemplo, cuando el modo de conducción autónoma se activa, el sistema de control de vehículo puede demorar la conmutación al segundo estado de luz durante un periodo de tiempo (por ejemplo, de segundos a minutos) o hasta que el contexto de conducción cambie, tales como que el vehículo abandona una plaza de aparcamiento o un área restringida que requiere que se proporcione acceso visual (es decir, que se seleccione el primer estado de luz). En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo puede hacer funcionar la transición desde un primer estado de luz hasta el segundo (o viceversa) como una transición gradual (a lo largo de segundos hasta minutos) usando sus estados de luz intermedios. En estas formas de realización, el sistema de control de vehículo usa los estados de luz intermedios para proporcionar un cambio progresivo en la transmitancia de luz visible del parabrisas a lo largo de un periodo de tiempo (por ejemplo, cinco minutos) que permite por lo menos la adaptación parcial de la vista de los ocupantes a la iluminancia cambiante en la cabina. Esto asegura que se mantenga acceso visual al exterior para los ocupantes en un nivel adecuadamente alto cuando el parabrisas cambie desde el primer estado de luz hasta el segundo. En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo en el modo de conducción autónoma pasa desde el segundo estado de luz (u otro estado de transmitancia de luz reducida) hasta el primer estado de luz a lo largo de un corto periodo de tiempo (por ejemplo, 1-5 minutos) antes de la detención del vehículo en un destino. Esto permite que la vista de los ocupantes se adapte a la iluminancia más alta en el exterior del vehículo antes de abandonarlo y, por consiguiente, evita la experiencia de resplandor al abandonar el vehículo.

En algunas formas de realización, una o más áreas (o partes) del parabrisas (y/u otras ventanas o aberturas) no se cubren por un modulador de luz conmutable para permitir que los sensores se ubiquen ahí y tengan una vista no obstruida a través de la ventana. Sensores o monitores de luz visible en las formas de realización pueden ser fotométricos (preferidos) o radiométricos e incluyen una o más de las siguientes acciones: medir la transmitancia de luz visible del parabrisas en tiempo real y, preferentemente, en varias ubicaciones, capturar y analizar una imagen de la cámara a través del parabrisas, capturar y analizar la imagen de la cámara de objetos de prueba en una o más áreas locales (por ejemplo, en un área de montaje de espejo retrovisor), medir y analizar la reflectancia del parabrisas, medir y analizar la iluminancia y exitancia luminica (medida en lux o lumen/metro²) en cada lado del parabrisas, o medir y analizar la irradiancia y exitancia radiante (medida en watio/metro²) en cada lado del parabrisas desde dentro del espectro visible (es decir, de 380 nm a 780nm).

En algunas formas de realización, el funcionamiento correcto del modulador de luz conmutable en el parabrisas se monitoriza por el sistema de control de vehículo en por lo menos el modo conductor para asegurar que se está proporcionando la transmitancia de luz visible, la transparencia y el acceso visual requeridos (es decir, umbral mínimo). La forma de realización no permite la conducción humana hasta que el parabrisas haya implementado el primer estado de luz, y cambie automáticamente al modo de conducción autónoma si se detecta una avería. Esta es, efectivamente, una funcionalidad a prueba de fallos y se implementa usando datos procedentes de sensores de monitorización de luz adecuados.

En la forma de realización de vehículo 500 mostrada en la figura 5 (en una vista en planta), el sistema de control de vehículo 30 hace funcionar múltiples moduladores de luz conmutables incorporados para proporcionar un control de acceso visual en el modo de conducción autónoma, no solo a través del parabrisas 10 sino también a través de las ventanas laterales frontales 11, las ventanas laterales traseras 12, la ventana trasera 13, y aberturas 14 en el techo. El sistema de control de vehículo 30 se comunica con subsistemas por una red 45 CAN. Los subsistemas mostrados en la figura 5 incluyen uno o más controladores 20 modulares de luz conmutables, sensores de luz asociados y cámaras 25, sistema de información y entretenimiento en vehículo (IVI) 35, telemática 40 (incluyendo sensores de conducción autónoma, GPS, y V2X), subsistema de seguridad y alarma 55, subsistema de monitorización de cinturón de seguridad 60, y subsistema de seguimiento ocular 65. Cualquiera de los subsistemas mencionados en este documento pueden ser también sistemas o unidades de control electrónico (ECU) y pueden intercambiar datos con el sistema de control de vehículo y/o entre sí.

El sistema de información y entretenimiento 35 puede incorporar el funcionamiento de la iluminación en cabina y la interfaz de usuario que incluye una selección de estados de luz de usuario cuando se permiten por el sistema de control de vehículo 30. Interfaces de usuario adecuadas incluyen conmutadores montados en hojas de puerta, una pantalla táctil en el salpicadero, o un sistema de detección de gestos manuales de área local (es decir, para detectar el movimiento de mano adyacente a la ventana que va a cambiarse). En algunas formas de realización, el sistema de información y entretenimiento 35, o un dispositivo de presentación visual independiente montado en el salpicadero, provee a los ocupantes de información sobre el estado de las ventanas, y en particular sobre si el sistema de control de vehículo 30 puede proporcionar privacidad en el contexto de conducción actual o no. Por

ejemplo, en algunas formas de realización, el cuarto estado de luz (descrito anteriormente en relación con las figuras 4a y 4b) puede ser lo suficientemente opaco para asegurar la privacidad con luz del día pero no por la noche cuando aparece la iluminación de cabina. La información puede visualizarse en forma de un icono o un mensaje de texto. Preferentemente, en las formas de realización, se proporciona un icono para informar a los ocupantes cuando es probable que los espectadores en el exterior del vehículo no pueden ver a través del parabrisas 10 (es decir, el parabrisas 10 está en el segundo, tercero, cuarto estado de luz o uno intermedio). En algunas formas de realización, un gráfico similar a la figura 5 puede visualizarse para mostrar el estado de las ventanas a los ocupantes. Se apreciará que, como los ojos de los ocupantes pueden adaptarse a la iluminación más baja en la cabina proporcionada en las formas de realización, los ocupantes se benefician de una realimentación sobre cómo aparecen las ventanas desde el exterior del vehículo.

En la forma de realización 500 el sistema de control de vehículo 30 puede cambiar la adaptación ocular de ocupantes a lo largo del tiempo usando los estados de luz que pueden seleccionarse eléctricamente de sus ventanas conmutables 10, 11, 12, 13, y 14 para reducir significativamente la iluminancia en el interior de un vehículo en comparación con el exterior en el modo de conducción autónoma. En algunas formas de realización, el sistema de control de vehículo 30 puede usar un subsistema de seguimiento ocular 65 para monitorizar la adaptación ocular de uno o más ocupantes y usar estos datos como entrada a la decisión de seleccionar un estado de luz. En algunas formas de realización, cuando se pasa a lo largo de un periodo de tiempo entre un estado de luz actual y un estado final (tal como se describió anteriormente en relación con las figuras 3a a 4b) el subsistema de seguimiento ocular 65 puede proporcionar realimentación (o ser un bucle de realimentación) al sistema de control de vehículo 30 en el progreso de adaptación ocular con los ocupantes.

En algunas formas de realización, cuando la mayoría o todas las ventanas de un vehículo autónomo se controlan usando moduladores de luz conmutables (es decir, la forma de realización 500 en la figura 5), la relación de contraste definida como la relación de iluminancia del exterior al interior del vehículo (es decir, la cabina) se controla en el modo de conducción autónoma durante la luz del día (y opcionalmente en áreas bien iluminadas por la noche). La relación de contraste se usa como un indicador de acceso visual desde el exterior hasta el interior de un vehículo y el sistema de control de vehículo selecciona los estados de luz de sus moduladores de luz conmutables para mantener la operación dentro de un intervalo adecuado. En las formas de realización, es preferible una relación de 2,0 o más para esta relación de contraste (es decir, la relación de los lux medidos en cualquier lado del parabrisas), pero, un requisito en algunas formas de realización, para proporcionar una iluminancia de cabina mínima, puede anular la relación de contraste al seleccionar estados de luz. En las forma de realización, la iluminancia en el exterior puede medirse a través del parabrisas (u otra ventana tal como la ventana trasera) usando un área no cubierta por su modulador de luz conmutable.

En algunas formas de realización, las ventanas pueden tener una selección restringida o no restringida de estados de luz fuera del modo de conducción autónoma. En un ejemplo de operación restringida, el sistema de control de vehículo 30 hace funcionar un modulador de luz conmutable con un subconjunto de los estados de luz disponibles (es decir, un intervalo reducido de transmitancia de luz visible). En otro ejemplo, un área local de un modulador de luz correspondiente a un área de visor en la parte superior de un parabrisas puede hacerse funcionar con estados de luz no restringidos para minimizar el resplandor de la luz solar cuando se requiera mientras que el área de visualización principal del parabrisas puede restringirse al primer estado de luz solamente en el modo conductor. En algunas formas de realización, los moduladores de luz conmutables de formas de realización pueden controlarse localmente en zonas, segmentos o píxeles basándose en cálculos derivados de (o informados por, o en respuesta a) datos de sensor tales como imágenes de cámara. En algunas formas de realización, con múltiples ventanas de modulador de luz, el sistema de control de vehículo puede hacer funcionar cada ventana independientemente de manera que, por ejemplo, el acceso visual puede denegarse en un lado de un vehículo, pero no en el otro, o el sistema de control de vehículo puede permitir que un ocupante seleccione el estado de luz para su uso para una ventana en particular dependiendo de las normas de funcionamiento para el modo activado.

La figura 6 muestra una forma de realización de parabrisas 10 con un modulador 115 de luz conmutable laminado entre un par de hojas de vidrio 155. El parabrisas conmutable 10 tiene uno o más estados de luz transparente y puede implementarse como, o denominarse, o ser, una ventana inteligente, una ventana conmutable, una ventana de atenuación electrónica, un ocultador de luz, un fotoatenuador, un dispositivo de transmitancia de luz variable, un dispositivo de absorbancia de luz variable, un dispositivo de reflectancia de luz variable, un dispositivo de dispersión de luz variable, un dispositivo de control de luz translúcido, una piel electrónica translúcida, o un dispositivo de visualización translúcido. El modulador de luz conmutable de un parabrisas de una forma de realización puede variar su transparencia, y de manera concurrente su acceso visual, atenuando parte (es decir, una o más bandas) o todo el espectro de luz visible (es decir, de 380 nm a 780 nm). El parabrisas de una forma de realización atenúa el espectro de luz visible incidente absorbiendo, reflejando o dispersando por lo menos algunas longitudes de onda de luz y, normalmente, puede usar una combinación de dos de estas acciones o las tres. Preferentemente, la de absorber, reflejar o dispersar la luz visible es dominante, y, preferentemente, la absorción de luz explica la mayor pérdida de luz cuando la transmitancia de luz regular se reduce mediante el parabrisas de una forma de realización. En las formas de realización, se proporciona transparencia y acceso visual mediante la transmisión de luz visible regular del parabrisas.

La transmisión de luz regular también se conoce como transmisión de luz especular, refracción de luz especular o transmisión de luz directa. La propiedad de un material (también conocida como transparencia) es que transmite luz visible y la luz sigue la Ley de Snell y permite que un espectador vea un objeto a través del material. Una transmisión regular provoca que la luz se propague (es decir, se refracte) sin dispersarse. La transmisión de luz no regular se conoce como turbidez y en la ISO 14782 (Plásticos - Determinación de turbidez para materiales transparentes) se define como el “porcentaje de luz transmitida, que pasa a través de un espécimen, que se desvía de la luz incidente por más de 0,044 rad (2,5 grados) mediante dispersión hacia delante”. En BS 2782-5 procedimiento 521A (Determinación de turbidez de película y lámina), se usa la transmitancia directa en lugar de la transmitancia regular y se define como “la relación de la radiación que pasa a través de la barrera sin desviación, hasta la radiación incidente”. El diccionario McGraw-Hill de términos científicos y técnicos define la transmitancia especular de electromagnetismo como “la relación de la energía portada por la radiación electromagnética que surge de un cuerpo y es paralela a un haz que entra en el cuerpo, a la energía portada por el haz que entra en el cuerpo”.

Tal como se usa en la presente memoria, transmisión de luz regular es transmisión de luz a través de un material que se desvía por menos de o igual a 4 grados, y, preferentemente, menos de o igual a 2,5 grados, mediante dispersión hacia delante y, por consiguiente, excluye la turbidez (es decir, transmisión de luz difusa/dispersa). De manera similar, puede hacerse la distinción entre reflejo especular del parabrisas de una forma de realización y reflejo difuso. En las formas de realización, reflejo especular (o brillante) de luz visible se prefiere para la parte de luz visible incidente no transmitida o absorbida.

La transmitancia de luz visible regular es igual a la luz visible incidente menos la reflectancia, absorbancia y dispersión de luz visible e incluye las pérdidas de porcentaje de todas las superficies, interfaces, y capas ópticas que comprenden la forma de realización del parabrisas. En la siguiente ecuación, se expresa la luz visible incidente como el 100% y los otros términos son un porcentaje de esta. La transmitancia de luz regular es (R_{g_LT}), la reflectancia o luz visible reflejada es ($R_{_VL}$), la absorbancia o luz visible absorbida es ($A_{_VL}$), y la luz visible dispersada es ($Sc_{_VL}$):

$$R_{g_LT} = 100\% - R_{_VL} - A_{_VL} - Sc_{_VL}$$

La figura 1a muestra una forma de realización que proporciona un acceso visual a través del parabrisas para otros usuarios de carretera en un primer estado de luz, y la figura 2a muestra un acceso visual que se obstruye en un segundo estado de luz. En el primer estado de luz hay suficiente transmitancia de luz regular para proporcionar acceso visual a través del parabrisas de una forma de realización desde el exterior a un vehículo y la visibilidad de un espectador es proporcional a la luminosidad (medida en candela/metro²) de superficies dentro de la cabina. A la luz del día, la fuente de la luminosidad de los objetos dentro de la cabina es la luz solar (que incide directa e indirectamente en el objeto) y el nivel que entra en la cabina se controla mediante el estado de luz seleccionado por el sistema de control de vehículo para los moduladores de luz de una forma de realización. Por la noche, la iluminación de cabina es la fuente de la luminosidad de un objeto (en áreas sin iluminación de calle) y en las formas de realización, pueden controlarse mediante el sistema de control de vehículo para denegar el acceso visual desde el exterior.

En algunas forma de realización, en el modo de conducción autónoma, la transmitancia de luz visible del parabrisas se hace funcionar al tiempo que se conduce de noche para estar en el primer estado de luz y/o comparable al modo conductor, y se hace funcionar de manera diferente con luz del día tal como se describió anteriormente para el segundo estado de luz. Algunas formas de realización usan estados de luz intermedios para proporcionar una transición entre los primero y segundo estados de luz que es sensible a la iluminación circundante de un vehículo (o el brillo en el exterior del vehículo). Por ejemplo, el parabrisas de una forma de realización puede ser sensible a niveles de luz cambiantes al tiempo que se conduce de manera autónoma tal como cuando se pasa desde una carretera bien iluminada por el sol a un túnel tenuemente iluminado o una plaza de aparcamiento de interior. En otro ejemplo, el parabrisas de una forma de realización puede ser sensible a niveles de luz cambiantes al tiempo que se conduce de manera autónoma por la noche cuando pasa de una sección de carretera que no tiene iluminación de calle a calles de ciudad bien iluminadas. Estos ejemplos y los anteriores describen cómo el sistema de control del vehículo hace funcionar el parabrisas como una interfaz persona-máquina que optimiza la ergonomía para los ocupantes de un vehículo y es sensible al contexto de conducción.

En algunas forma de realización, el modulador de luz conmutable usa la dispersión de luz (es decir, la dispersión de luz incidente) para reducir el acceso visual a través del parabrisas y esto da como resultado una reducción de transmitancia de luz regular pero no una reducción significativa de la transmitancia de espectro de luz visible y el parabrisas puede aparecer translúcido o turbio. Puede hacerse una analogía con la aparición de vidrio esmerilado. En algunas formas de realización, el nivel de turbidez en el parabrisas puede seleccionarse eléctricamente y niega el acceso visual cuando aumenta significativamente. Una forma de realización con un modulador de dispersión de luz puede usar un cristal líquido nemático quiral como su tipo electroóptico tal como se describe más adelante.

En algunas formas de realización, el nivel de reflexión de luz visible desde el parabrisas para los espectadores en

el exterior del vehículo puede aumentarse incorporando una o más capas de alto índice refractivo, en particular cuando estas capas se aplican a una superficie de la hoja de vidrio externa. Esto tiene el efecto deseable de hacer que el parabrisas parezca más semejante a un espejo (es decir, reflectancia aumentada de luz especular y brillante) desde el exterior (para otros usuarios de carretera) que desde el interior (para los ocupantes).

5

En formas de realización, un modulador de luz conmutable adecuado incluye uno de los siguientes tipos electroópticos, o versiones híbridas de los mismos: un dispositivo electroforético, un dispositivo de cristal líquido, un dispositivo de cristal líquido invitado-anfitrión, un dispositivo de cristal líquido dopado con colorantes, un dispositivo electrocrómico, un dispositivo electrocrómico que incorpora un gel fluido electrolítico, un dispositivo electrocinético, un dispositivo de partícula en suspensión, o un dispositivo electrohumectante. La mayoría de estos dispositivos electroópticos incorporan una capa de fluido; la excepción es algunos dispositivos electrocrómicos que tienen solamente capas sólidas. En algunas formas de realización, el modulador de luz conmutable proporciona un color o tinte de color en uno o más de sus estados de luz. Preferentemente, las formas de realización son de color neutro en el primer estado de luz. Un segundo estado de luz coloreado pudo igualarse o contrastar con la pintura del vehículo, pero se prefiere un tinte negro, tinte metálico o neutro para la apariencia de los estados de luz.

10

15

En un ejemplo de forma de realización electroforética, el modulador de luz conmutable comprende dos sustratos de películas transparentes separados paralelos y puede describirse como una película electroforética. El espacio entre los sustratos comprende una célula electroforética que contiene una tinta electroforética, y la célula electroforética está unida de manera óptica (es decir, aplicada) a los sustratos. La tinta electroforética tiene partículas cargadas, preferentemente negras, y, preferentemente, con la misma polaridad (es decir, del mismo tipo) suspendidas en un fluido de suspensión. Los sustratos se cubren con electrodos conductores que son sustancialmente transparentes al espectro visible de la luz solar. La película electroforética tiene por lo menos un estado de luz que es transparente a la luz visible para proporcionar acceso visual en el modo de conducción. Partículas cargadas responden a un campo eléctrico aplicado a los electrodos de una película electroforética para mover (o conmutar) entre estados de luz.

20

25

El primer estado de luz se selecciona aplicando una señal eléctrica al modulador de luz electroforético incorporado en el parabrisas para concentrar de manera máxima las partículas cargadas dentro de la capa/célula electroforética para retirarlas de la trayectoria de luz visible a través del parabrisas y maximizar la transmitancia de luz visible y proporcionar acceso visual. El segundo estado de luz (usado en el modo de conducción autónoma) se selecciona aplicando una señal eléctrica para esparcir partículas cargadas dentro de la célula electroforética para extenderse en la trayectoria de luz visible a través del parabrisas y reducir la transmitancia de luz y obstruir el acceso visual. En estados de luz intermedios, las partículas cargadas se mueven a posiciones variables entre sus estados de luz extremo para proporcionar una transmitancia de luz visible variable, una apariencia de tinte negro variable (preferentemente), y oscurecimiento (o deterioro o disminución) variable de acceso visual. Un tercer y/o cuarto estado de luz tal como se describió anteriormente corresponde a un esparcimiento máximo de partículas cargadas dentro de la célula para alcanzar una transmitancia de luz visible mínima. Además, un cuarto estado de luz también puede emplear partículas cargadas de dispersión de luz tales como una pequeña minoría (<10% de partículas totales) de partículas blancas para dispersar cualquier luz visible no absorbidas o reflejadas de otro modo y hacer opaco el parabrisas (o casi opaco).

30

35

40

Se describen moduladores de luz conmutables electroforéticos en mayor detalle en la solicitud del solicitante WO/2014/146937 titulada "*An Electrophoretic Device Having a Transparent Light State*". En un dispositivo de cristal líquido, el fluido es preferentemente un cristal líquido nemático quiral y se describe un dispositivo adecuado por el solicitante en la solicitud de patente europea número 15182332.5 titulada "*A Chiral Nematic Liquid Crystal Light Shutter*" (referencia del agente V14-1346-14EP).

45

50

En algunas formas de realización electrocrómicas, un gel electrolítico está en contacto con una capa electrocrómica que cubre un electrodo en un sustrato y una capa de almacenamiento de iones que cubre el otro electrodo en el otro sustrato. Un ejemplo de un dispositivo electrocrómico de este tipo se describe en el documento de Gentex US 6.934.067. En muchas formas de realización electrocrómicas, la capa electrolítica es un sólido y el dispositivo puede hacerse con vidrio o sustratos de película/hoja. Un ejemplo de lo anterior se describe en el documento de Saint Gobain US 5.985.486 y un ejemplo de lo último en el documento de ChromoGenics WO/2014/204387. En una forma de realización electrocrómica/fotocrómica híbrida, el material conmutable es un líquido o gel. El líquido o gel conmutable se describe en el documento de Switch Material US 8.837.032.

55

Un dispositivo electrocinético es un híbrido de un dispositivo electroforético y comprende una tinta que incluye partículas cargadas suspendidas en un fluido. Un ejemplo de un dispositivo de visualización electrocinético puede encontrarse en el documento de HP US7.957.054. En un dispositivo de partículas suspendidas, el fluido es una suspensión de partículas anisotrópicas de poliyoduro dispersadas en un líquido polimérico y puede encontrarse información de antecedentes en el documento de Research Frontier US 6.900.923. Dispositivos electrohumectantes usan un campo eléctrico para humectar (o cubrir) la superficie de un sustrato con un fluido de absorción de luz que en la ausencia del campo repele el fluido para dejar al descubierto la superficie. Un ejemplo de un dispositivo electrohumectante se describe en el documento de Sun Chemical Corp. US 8.854.714.

60

65

5 En las formas de realización, los sustratos del modulador de luz conmutable pueden ser flexibles o rígidos y estar hechos de polímero o vidrio, e incluyen sustratos de vidrio flexibles finos. Por lo menos un sustrato tiene una capa de electrodo transparente (TE) que incluye óxido de estaño e indio, PEDOT (un polímero conductor), nanohilos de plata, o grafeno. Otros recubrimientos de sustrato posibles incluyen: una capa dieléctrica inorgánica, una capa dieléctrica orgánica, una capa metálica o semiconductor, un recubrimiento antirreflectante que comprende lo anterior, una capa de alineación molecular, una capa electrocrómica, una capa de almacenamiento de iones, una capa estructurada de micro y/o nanopolímero, o una capa de matriz activa.

10 En algunas formas de realización, el modulador de luz conmutable forma parte de una estructura laminada que incorpora una construcción de vidrio de seguridad y que comprende además de la función de modulador de luz conmutable por lo menos una lámina de polímero, una hoja de vidrio rígida, y una capa de adhesivo ópticamente transparente que une la lámina de polímero a la hoja de vidrio (tal como se describe más adelante con respecto a las figuras 6, 7 y 8). La función de modulador de luz conmutable puede incorporarse en la lámina de polímero (es decir, una estructura laminada) o ser recubrimientos en la hoja de vidrio, o ser un dispositivo independiente unido a una o más láminas de plástico u hojas de vidrio.

20 En las formas de realización, el sistema de control de vehículo que controla el modo de conducción autónoma y el modo conductor está acoplado funcionalmente (es decir, unido operativamente) a los moduladores de luz conmutables a través de uno o más subsistemas 20 (véanse las figuras 1 a 5) o sistema integrados distribuidos. El subsistema 20 está conectado por cable a los moduladores de luz e incluye salidas de conductor que proporcionan las señales de conducción, programa y almacenamiento de datos, cpu, soporte de red de vehículo, y, opcionalmente, se conecta con sensores de luz usados en la selección de estados de luz. Estos últimos se describieron anteriormente. En las formas de realización, el parabrisas y, opcionalmente, otras ventanas de 25 vehículo son un subsistema de conducción autónoma puesto que se controlan selectivamente por el sistema de control de vehículo. Los antecedentes sobre el hardware y el software de los sistemas de control de vehículo de vehículos autónomos pueden encontrarse en el documento de Google WO2012/154208, el documento de Gray and Company US8.126.642, o el documento de Intel WO2014/116898. El sistema de control de vehículo en un vehículo autónomo es un ordenador (con respecto a su arquitectura de hardware) y puede ejecutar sistemas de funcionamiento informáticos avanzados que incluyen versiones específicas automotrices de uno de los siguientes: 30 un sistema Linux, un sistema de Microsoft Windows, un sistema Unix, un sistema Apple/MAC, un sistema Android, un sistema de fabricante de vehículo de propietario, o uno de varios sistemas de funcionamiento en tiempo real totalmente deterministas. El sistema de control de vehículo puede incorporar el funcionamiento del sistema de información y entretenimiento en vehículo (IVI) y el sistema de telemática, así como diversos subsistemas 35 incorporados en el vehículo.

40 El modulador 115 de luz conmutable en formas de realización de parabrisas, y su controlador 20 asociado, pueden acoplarse funcionalmente al/a los sistema(s) de control de vehículo 30 usando un enlace inalámbrico, un enlace por cable, un bus de vehículo, o cualquier combinación de estos. Un ejemplo de lo último es el bus 45 de red de área de controlador (bus CAN) mostrado en la figura 5. Otros ejemplos por cable incluyen LIN, TTP, FlexRay, y Ethernet. Ejemplos de redes inalámbricas incluyen de punto a punto y línea de visión tales como comunicación de campo próximo (NFC) o Bluetooth.

45 Preferentemente, los moduladores de luz conmutables para su uso en las formas de realización requieren energía (es decir, una señal de conducción aplicada a sus electrodos) solo cuando cambian los estados de luz y no para mantener los estados de luz. Tales moduladores de luz se conocen como biestables. Ventajosamente, algunos moduladores de luz conmutables electroforéticos tienen esta propiedad. La solicitud del solicitante WO/2014/146937 titulada "*An Electrophoretic Device Having a Transparent Light State*" muestra un modulador de luz electroforético biestable junto con un ejemplo de un controlador y conductor de subsistema adecuado para el 50 modulador de luz, y describe señales de conducción para seleccionar estados de luz biestables.

55 La figura 6 muestra una sección transversal a través de un parabrisas 10 (que comprende todos los elementos entre las flechas mostradas) que forma parte de la forma de realización de vehículo autónomo 100 ya descrito en la relación con las figuras 1a a 4b. Comprende una película 115 de modulador de luz conmutable (que comprende los elementos entre las flechas mostradas) laminada entre hojas de vidrio 155 usando capas de adhesivo óptico 210 conocidas como capas intermedias. En la figura 6, la forma de realización del parabrisas 10 se muestra en el primer estado de luz. El parabrisas monolítico 10 se une o se fija de otro modo permanentemente a la carrocería del vehículo 198 usando por ejemplo un adhesivo de uretano de grado automotriz. En algunas formas de realización, una hoja de vidrio externa puede ser de un tipo tal como vidrio solar y una hoja interna de otro tipo tal como vidrio transparente. En algunas formas de realización, el grosor de las hojas de vidrio externa e interna 155 es diferente. En algunas formas de realización, una o ambas hojas de vidrio 155 son vidrio transparente (es decir, no tintado) para maximizar la transmitancia de luz visible del parabrisas 10 en el primer estado de luz. El parabrisas 10 tiene una curvatura y el modulador 115 de luz conmutable se conforma a la curvatura sin esfuerzo aparecen relacionado con los artefactos.

65 El modulador 115 de luz conmutable comprende sustratos 290 cubiertos con electrodos 260 transparentes. Entre

los electrodos 260 del modulador de luz conmutable hay una o más capas que componen la función o célula 275 electroóptica tal como se describió anteriormente en relación con los tipos de modulador de luz conmutable adecuados. En sustratos opuestos (es decir, electrodos 260 ITO opuestos), se preparan salientes de conexión: un conductor 222 de señal o energía se suelda a una cinta 221 de cobre u otro material flexible altamente conductor que a su vez está unido a la superficie de electrodo ITO 260 por medio de un adhesivo conductor o tinta 220 conductora. Los cuatro bordes del laminado de vidrio se sellan con silicona u otro sellante 223 adecuado. La carrocería 198 puede formarse para proporcionar un sitio para la forma de realización del parabrisas 10 (es decir, en forma de L o U) y protege los bordes de laminado y puede incorporarlo sin problemas a la carrocería. El área de contacto entre la carrocería 198 y el parabrisas 10 puede incorporar un sellante y también puede incorporar un canal y protección contra tirones para los conductores 222 de energía.

Se muestra el laminado de vidrio 10 comprendiendo un solo modulador 115 de luz conmutable que cubre sustancialmente su área frontal, pero la película 115 también puede cubrir justo una parte del laminado 10 y el área descubierta puede tener una(s) capa(s) intermedia(s) adicionales o una lámina de PET para crear un grosor uniforme entre el par de hojas 155. En algunas formas de realización, una capa intermedia tiene un área de corte que aloja al modulador 115 de luz conmutable y en este caso el laminado de vidrio tiene tres o más láminas de capas intermedias independientes en una parte delantera intercalada de laminación. Además, un laminado de vidrio 10 puede tener múltiples películas 115 distribuidas de manera seccionada o por zonas (es decir, que no se superponen).

Una capa intermedia 210 puede usarse en las formas de realización para añadir una funcionalidad tal como una o más de las siguientes: filtrado de UV (>99%), seguridad (con respecto a frenada y penetración en una colisión), aislamiento acústico, protección contra incendios, y decoración o coloración. La capa intermedia 210 puede ser polivinilbutilal (PVB), acetato de etilenvinilo (EVA) o poliuretano (PU), y ventajosamente incorpora una función de filtrado de UV que absorbe el 99% o más de la luz UV incidente. Preferentemente, una capa intermedia de EVA se usa ya que esta tiene la temperatura de procesamiento máxima más baja y una adhesión excelente a sustratos de PET. Se prefiere un procedimiento de laminado de vidrio por cámara de vacío en un autoclave. Películas de capa intermedia adecuadas para su uso con la presente invención incluyen EVASAFE de Bridgestone Corporation, Japón, y S-LEC EN de Sekisui, Japón. Unas pautas de procedimiento para laminar películas de PET a vidrio están disponibles en ambos proveedores.

La figura 7 muestra una sección transversal a través de un parabrisas 112 (que comprende todos los elementos entre las flechas mostradas) que forma parte de una forma de realización de vehículo autónomo 700. Comprende una película 115 de modulador de luz conmutable (descrito anteriormente en relación con la figura 6) aplicada a la cara interior de un laminado de vidrio previamente ensamblado 157 (es decir, el ensamblaje previo es un parabrisas convencional) que usa una capa de adhesivo óptico 145. En la figura 7, la forma de realización del parabrisas 112 se muestra en el segundo estado de luz y el sistema de control de vehículo de la forma de realización 700 ha activado el modo de conducción autónoma. Su laminado de vidrio 157 soporta el modulador 115 de luz conmutable aplicado y está unido a la carrocería del vehículo 198. Pueden ser elementos de enmascaramiento opcionales 124 (por ejemplo, esmalte o pintura) para ocultar áreas de borde del modulador 115 de luz conmutable y junto a estos elementos pueden crear una apariencia continua desde el interior y el exterior del vehículo 700.

Un tipo 145 de adhesivo adecuado para aplicar una película 115 de modulador de luz conmutable a una superficie de vidrio incluye un adhesivo sensible a la presión y una técnica adecuada incluye laminar entre un par de rodillos de NIP. Preferentemente, el adhesivo está en forma de una capa (protegido con una envuelta de liberación hasta que se usa) tal como un adhesivo transparente óptico (OCA), o, alternativamente el adhesivo puede ser una resina transparente óptica (OCR). Preferentemente, el adhesivo puede reprocesarse o proporciona la capacidad de retirarse usando medios externos tales como un disolvente adecuado. Si no se proporciona ya, la capa de adhesivo 145 puede incorporar un filtro ultravioleta (UV) y, en el uso, filtros del 99% o más del espectro ultravioleta de la luz solar para proteger el modulador 115 de luz conmutable aplicado. Adhesivo 145 adecuado puede cargarse con nanopartículas de absorción de UV que tienen una absorción visible insignificante. Películas de OCA y resinas de OCR y resinas y películas de filtrado de UV están comercialmente disponibles en varias compañías incluyendo 3M, Nitto Denko, Mactac, Adhesives Research, Hitachi Chemical y Sekisui.

El laminado de vidrio 157 se ensambla previamente y cumple con los requisitos regulatorios para parabrisas convencionales. Preferentemente, el laminado de vidrio 157 comprende un par de hojas de vidrio finas 155 unidas ópticamente entre sí usando una capa intermedia de PVB 148 y un procedimiento en autoclave. La capa intermedia de PVB incorpora una o más láminas portadoras de polímero con adhesivo en ambos lados. La capa intermedia de PVB 148 filtra el 99% o más del espectro ultravioleta de la luz solar para proteger la película 115.

La figura 8 muestra una sección transversal a través de un parabrisas 113 (que comprende todos los elementos entre las flechas mostradas) que forma parte de una forma de realización de vehículo autónomo 800. Combina elementos del parabrisas 10 (figura 6) y el parabrisas 112 (figura 7) y elementos que son comunes tienen los mismos números. En la forma de realización del parabrisas 113, la película 115 de modulador de luz conmutable (descrita anteriormente en relación con la figura 6) está laminada entre un laminado de vidrio 157 previamente ensamblado y una tercera hoja de vidrio 155 usando capas intermedias 210. La hoja interior 155 (es decir, en

5 contacto con el entorno de cabina) sella herméticamente y protege el modulador 115 de luz conmutable. En algunas formas de realización, la hoja interior puede ser una lámina de polímero fina y transparente en cuyo caso un adhesivo transparente óptico 145 puede sustituir a la capa intermedia 210 mostrada en la figura 8. En otras formas de realización, la hoja interior puede ser una hoja de vidrio rígida fina, o una película de vidrio flexible y fina (por ejemplo, que tiene 175 micras de grosor).

10 En algunas formas de realización, el parabrisas es una hoja de polímero rígida transparente y el modulador de luz conmutable se aplica a su cara interior usando una capa de adhesivo óptico. En otras formas de realización, el modulador de luz conmutable está laminado entre un par de hojas de polímero rígidas análogas al laminado de vidrio 10 mostrado en la figura 6.

15 Los moduladores de luz conmutables en otras ventanas y aberturas del vehículo pueden ensamblarse de manera similar al parabrisas 113 mostrado en la figura 8, el parabrisas 112 mostrado en la figura 7, o el parabrisas 10 mostrado en la figura 6. Alternativamente, un modulador de luz conmutable puede aplicarse a la cara interior de una hoja o laminado rígido transparente (vidrio o polímero transparente) usando una capa de adhesivo óptico. En tales formas de realización, el modulador de luz conmutable puede tener sustratos de película de vidrio flexible para proporcionar una protección frente al entorno (por ejemplo, sello hermético) así como una durabilidad mecánica (por ejemplo, resistencia a arañazos).

20 En algunas formas de realización, una o más de las otras ventanas de vehículo no son conmutables y, en su lugar, pueden tintarse (proporcionando un nivel fijo de transmitancia de luz visible desde dentro del intervalo comprendido entre 1% y 75%), u opacas o translúcidas. Preferentemente, en las formas de realización, las ventanas no conmutables tienen una transmitancia fija y se encuentran dentro del intervalo comprendido entre 10 y 30% permitido por las regulaciones (por ejemplo, para las ventanas traseras, pero no las ventanas frontales en el modo conductor).

25

REIVINDICACIONES

1. Vehículo de carretera (100, 500, 700, 800) que puede conducir de manera autónoma, presentando el vehículo un parabrisas (10, 112, 113) que incorpora uno o más moduladores (115) de luz conmutables y una o más capas que aumentan la reflexión de luz visible para un espectador externo, y un sistema de control (30) que está configurado para hacer funcionar selectivamente dicho parabrisas como un espejo unidireccional que controla una transmitancia de luz visible regular de los moduladores de luz del parabrisas entre dos o más estados de luz eléctricamente conmutables que proporcionan niveles respectivos de acceso visual a través del parabrisas desde el exterior del vehículo,
- 5
- 10 en el que el parabrisas presenta un primer estado de luz que proporciona acceso visual desde el entorno exterior hasta el interior del vehículo a través del parabrisas simultáneamente con la provisión de acceso visual desde el interior hasta el exterior y un segundo estado de luz, análogo a un espejo unidireccional, que obstruye el acceso visual desde el exterior hasta el interior simultáneamente con la provisión de acceso visual desde el interior hasta el exterior, y
- 15
- durante la luz del día, el sistema de control puede hacerse funcionar para mantener una relación de iluminancia desde el exterior hasta el interior del vehículo de 2,0 o más en el segundo estado de luz, y
- 20
- en el que el sistema de control es sensible a la conducción humana para seleccionar dicho primer estado de luz y el sistema de control es sensible a la conducción autónoma y a un contexto de conducción para el vehículo para seleccionar el segundo estado de luz.
2. Vehículo de carretera según la reivindicación 1, en el que el contexto de conducción incluye cualquiera de los siguientes: estado de ocupación del vehículo, el nivel de luz del entorno de conducción, condiciones meteorológicas, proximidad de otros usuarios de la carretera, tipo de usuario de carretera detectado, tipo de ocupante, flujo y nivel de tráfico circundante, velocidad de conducción, ubicación rural o urbana, tipo de carretera, detección de una situación que pueda alarmar a los ocupantes, requisito indispensable para proporcionar o denegar acceso visual en determinadas áreas/situaciones, anulación de la aplicación de la ley, proximidad de determinada infraestructura, requisitos de privacidad o seguridad, anulación por parte del operador/ocupante de los ajustes programados, transición a la activación de la conducción autónoma, o transición entre conducción autónoma y detención en un destino.
- 25
- 30
3. Vehículo de carretera según la reivindicación 1, en el que el contexto de conducción incluye cualquiera de los siguientes: requisito indispensable para proporcionar o denegar acceso visual en determinadas áreas/situaciones, anulación de la aplicación de la ley, proximidad de determinada infraestructura, anulación por parte del operador/ocupante de los ajustes programados, transición a la activación de la conducción autónoma, o transición entre conducción autónoma y detención en un destino.
- 35
4. Vehículo de carretera según la reivindicación 3, en el que dicha una o más capas se aplican a una superficie de la hoja de vidrio externa.
- 40
5. Vehículo de carretera según la reivindicación 1, en el que el primer estado de luz presenta una transmitancia de luz visible del 45% o más y proporciona acceso visual desde el exterior y el segundo estado de luz presenta una transmitancia de luz visible del 35% o menos y obstruye el acceso visual desde el exterior.
- 45
6. Vehículo de carretera según la reivindicación 4, en el que dicha selección de estados de luz se realiza durante un tiempo suficiente para que los ojos de los ocupantes de dicho vehículo se adapten a la iluminancia para mantener un brillo percibido similar de los objetos en el exterior para ocupantes en ambos de dichos primer y segundo estados de luz.
- 50
7. Vehículo de carretera según la reivindicación 1, en el que dicho modulador de luz conmutable incluye uno de los siguientes tipos electroópticos, o versiones híbridas de los mismos: un dispositivo electroforético, un dispositivo de cristal líquido, un dispositivo de cristal líquido invitado-anfitrión, un dispositivo de cristal líquido dopado con colorantes, un dispositivo electrocrómico, un dispositivo electrocrómico que incorpora un gel fluido electrolítico, un dispositivo electrocinético, un dispositivo de partículas suspendidas, o un dispositivo electrohumectante.
- 55
8. Vehículo de carretera según la reivindicación 7, en el que el vehículo comprende, además, una pluralidad de ventanas cada una con un modulador de luz conmutable respectivo en la misma y en el que dicho sistema de control puede hacerse funcionar para controlar independientemente el acceso visual a través de dichas ventanas según dicho contexto de conducción.
- 60
9. Vehículo de carretera según la reivindicación 1, en el que el sistema de control puede hacerse funcionar para seleccionar unos estados de luz intermedios con una transmitancia de luz visible variable.
- 65
10. Vehículo de carretera según la reivindicación 9, en el que el sistema de control está dispuesto para proporcionar

un cambio progresivo en la transmitancia de luz visible del parabrisas a lo largo de un periodo de tiempo incluyendo con antelación la detención del vehículo en un destino.

- 5 11. Vehículo de carretera según la reivindicación 6, en el que el sistema de control incluye un sistema de seguimiento ocular dispuesto para monitorizar un estado ocular de uno o más ocupantes del vehículo y, por consiguiente, para seleccionar un estado de luz para el parabrisas, y el sistema de control está dispuesto para la transición entre estados de luz para el parabrisas según el estado ocular de dichos uno o más ocupantes.
- 10 12. Vehículo de carretera según la reivindicación 7, en el que el parabrisas comprende una película (115) de modulador de luz conmutable laminada entre hojas de vidrio (155) en una estructura intercalada con adhesivo óptico (210), y el laminado monolítico resultante se une o se fija a la carrocería del vehículo.
- 15 13. Vehículo de carretera según la reivindicación 12, en el que una o ambas de dichas hojas de vidrio son vidrio transparente y maximizan la transmitancia de luz visible del parabrisas en el primer estado de luz.
14. Vehículo de carretera según la reivindicación 12, en el que la hoja externa del parabrisas (157) es un laminado de dos hojas y el modulador de luz conmutable está laminado entre dicha hoja externa y una hoja interna.
- 20 15. Vehículo de carretera según la reivindicación 7, en el que el modulador de luz conmutable comprende dos sustratos (290) de película transparentes separados paralelos que están cubiertos con electrodos (260) transparentes y en el espacio entre una célula (275) electroóptica, y la célula es sensible a señales eléctricas aplicadas a los electrodos para seleccionar estados de luz.
- 25 16. Vehículo de carretera según la reivindicación 1, en el que dicha selección de dicho segundo estado de luz obstruye unas indicaciones visuales desde el interior del vehículo que, de otro modo, señalarían que el vehículo se está conduciendo de manera autónoma.

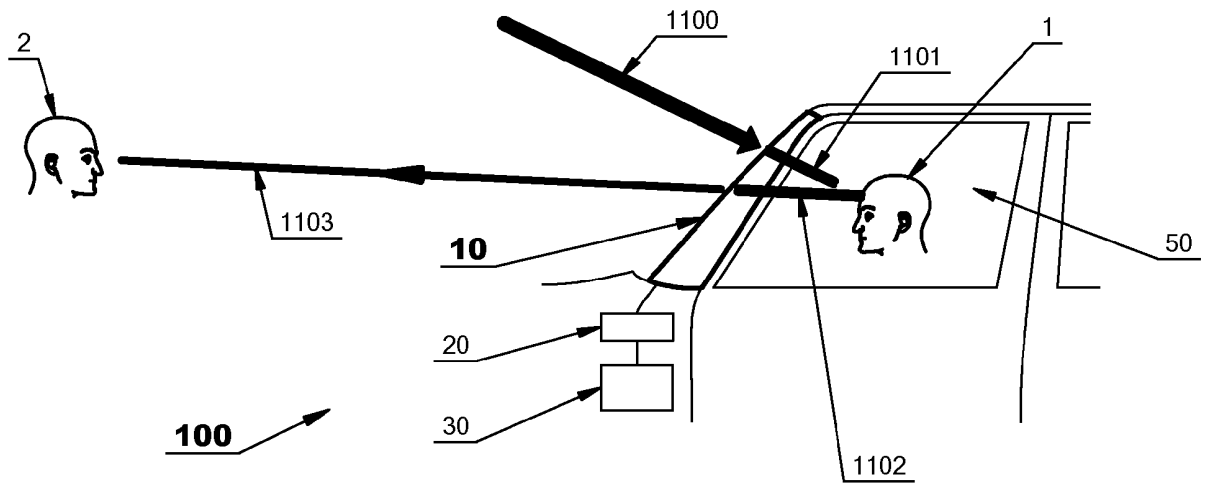


Fig. 1a

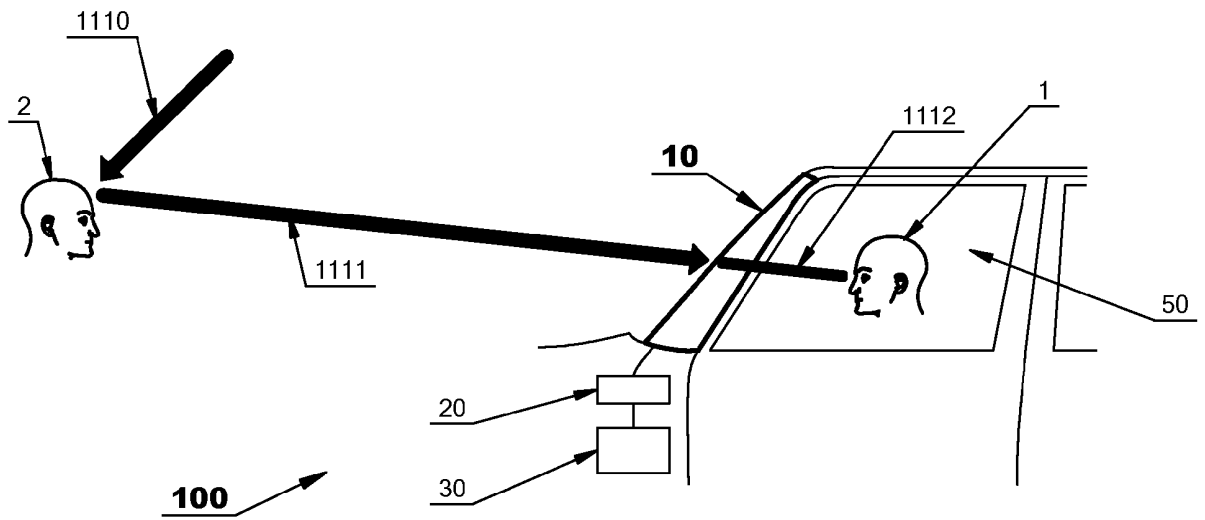


Fig. 1b

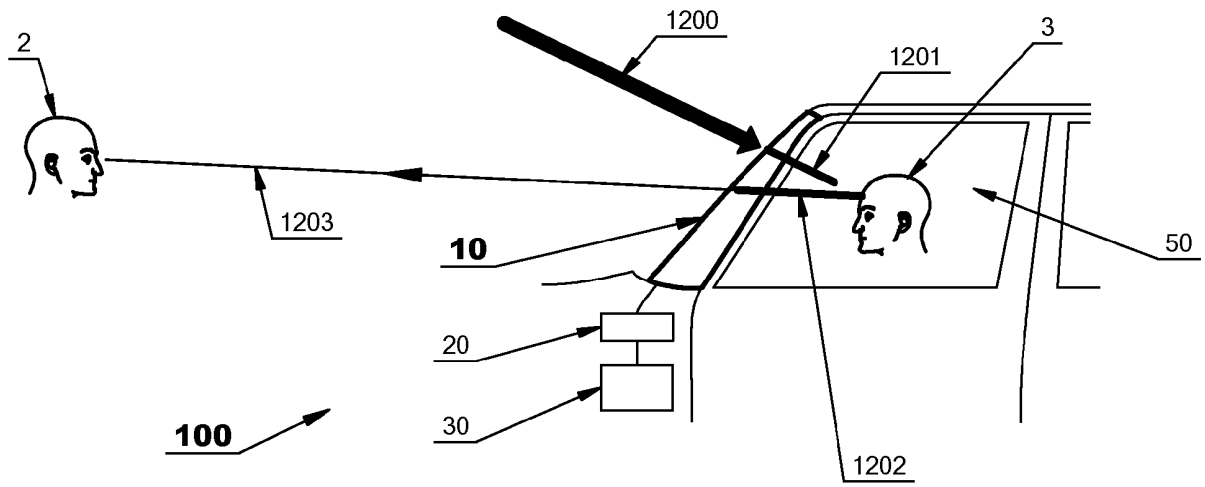


Fig. 2a

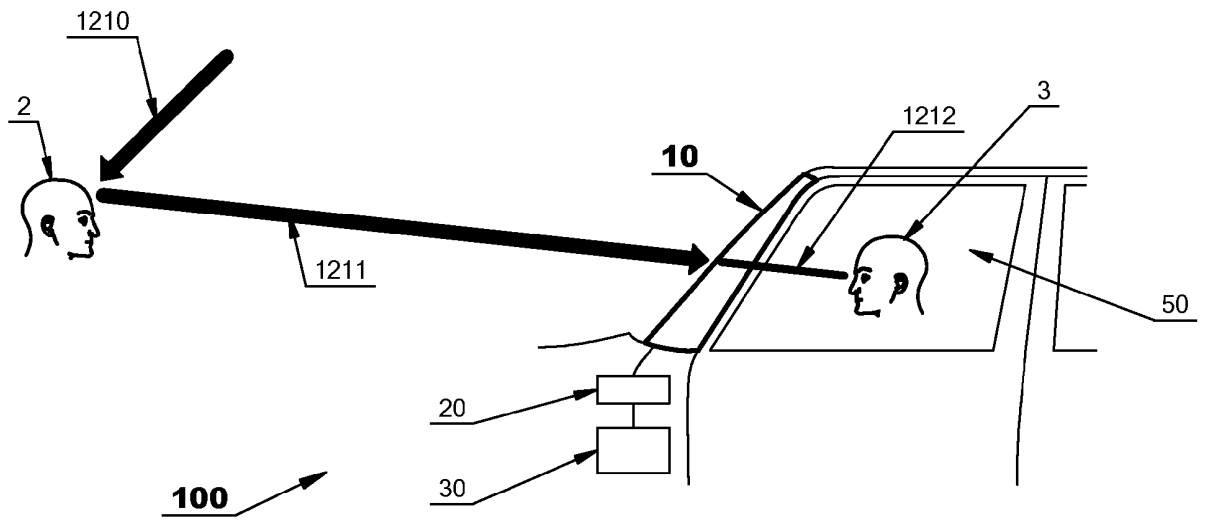


Fig. 2b

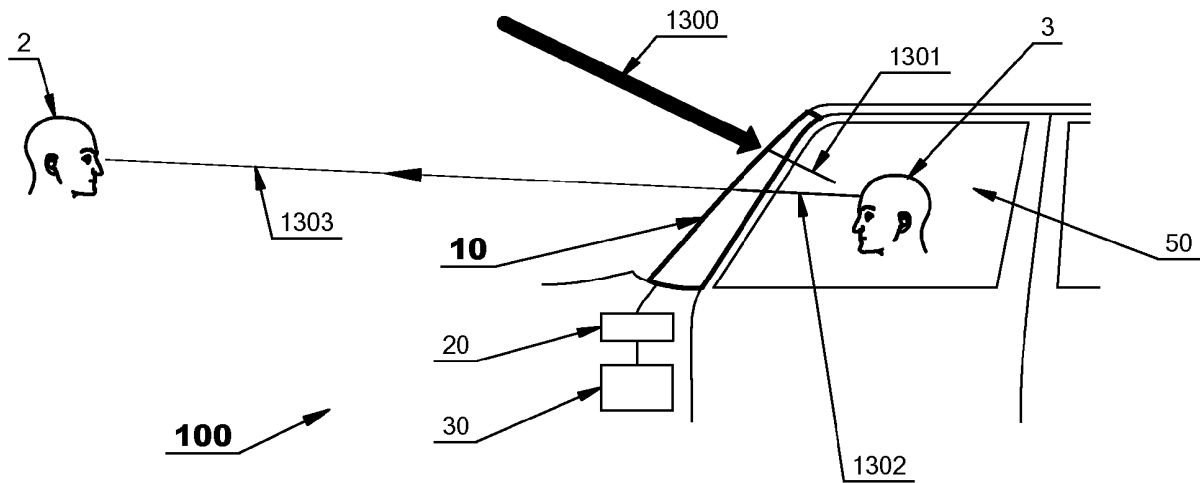


Fig. 3a

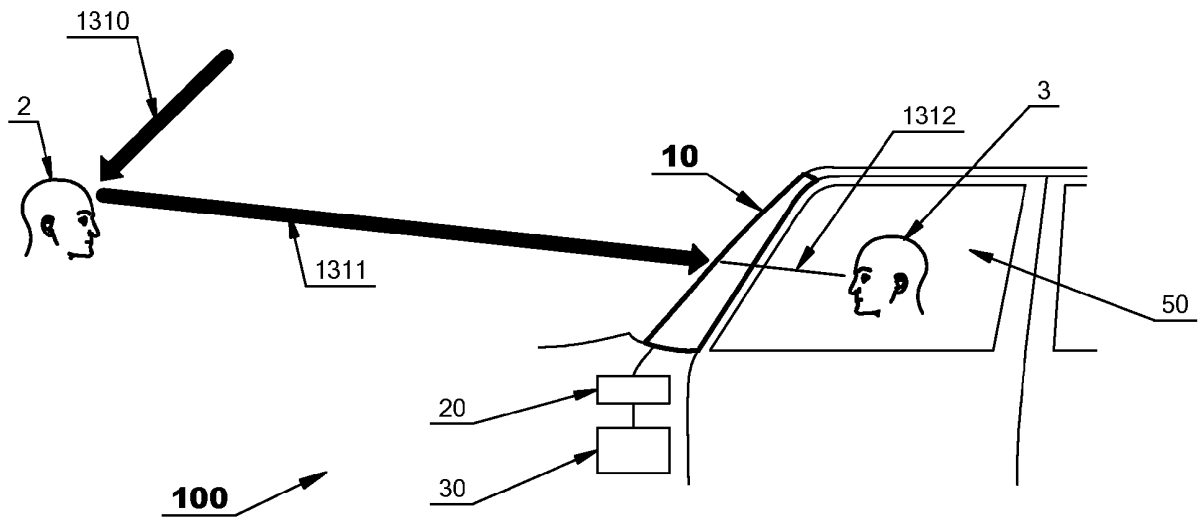


Fig. 3b

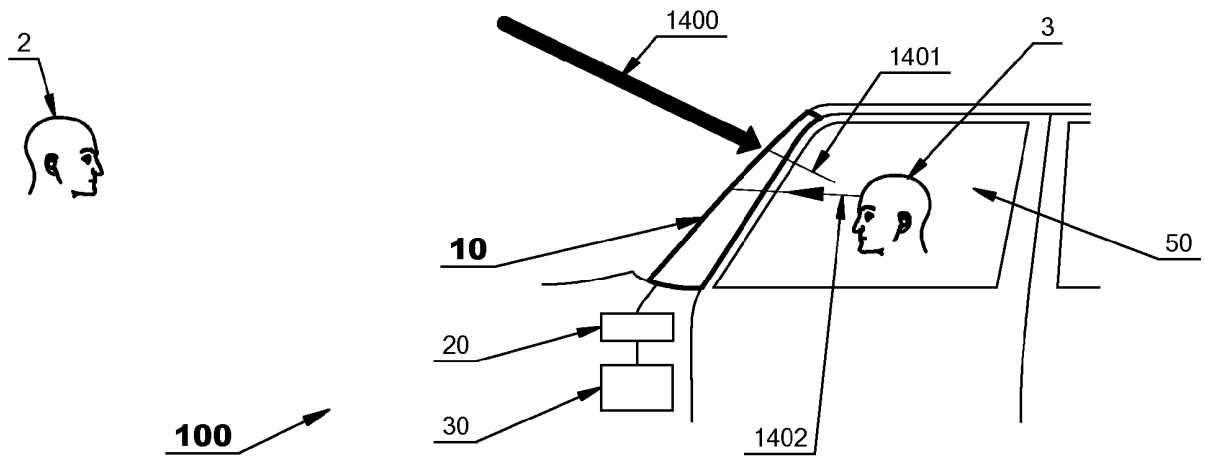


Fig. 4a

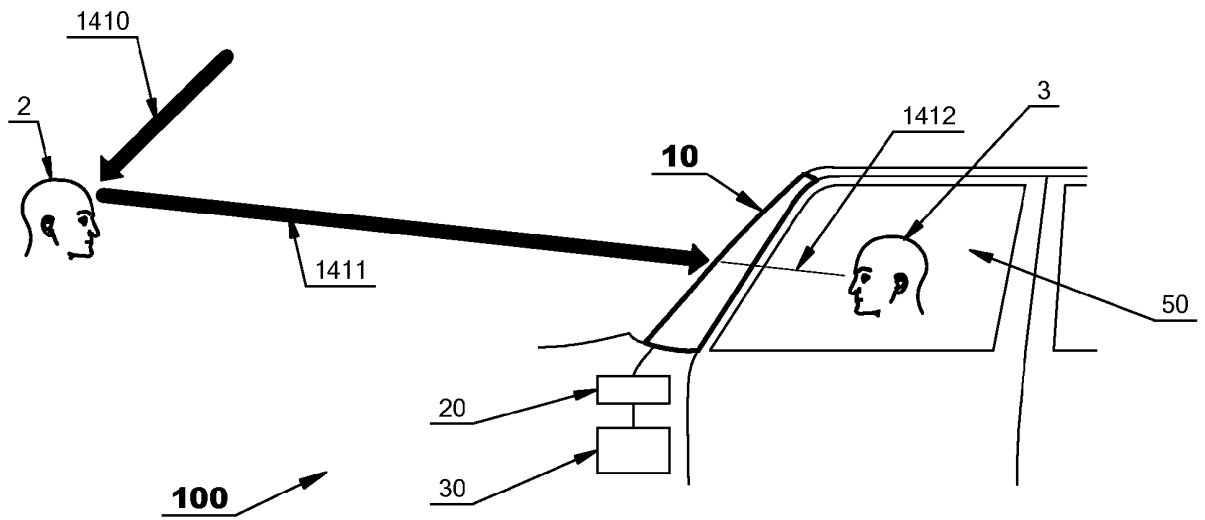


Fig. 4b

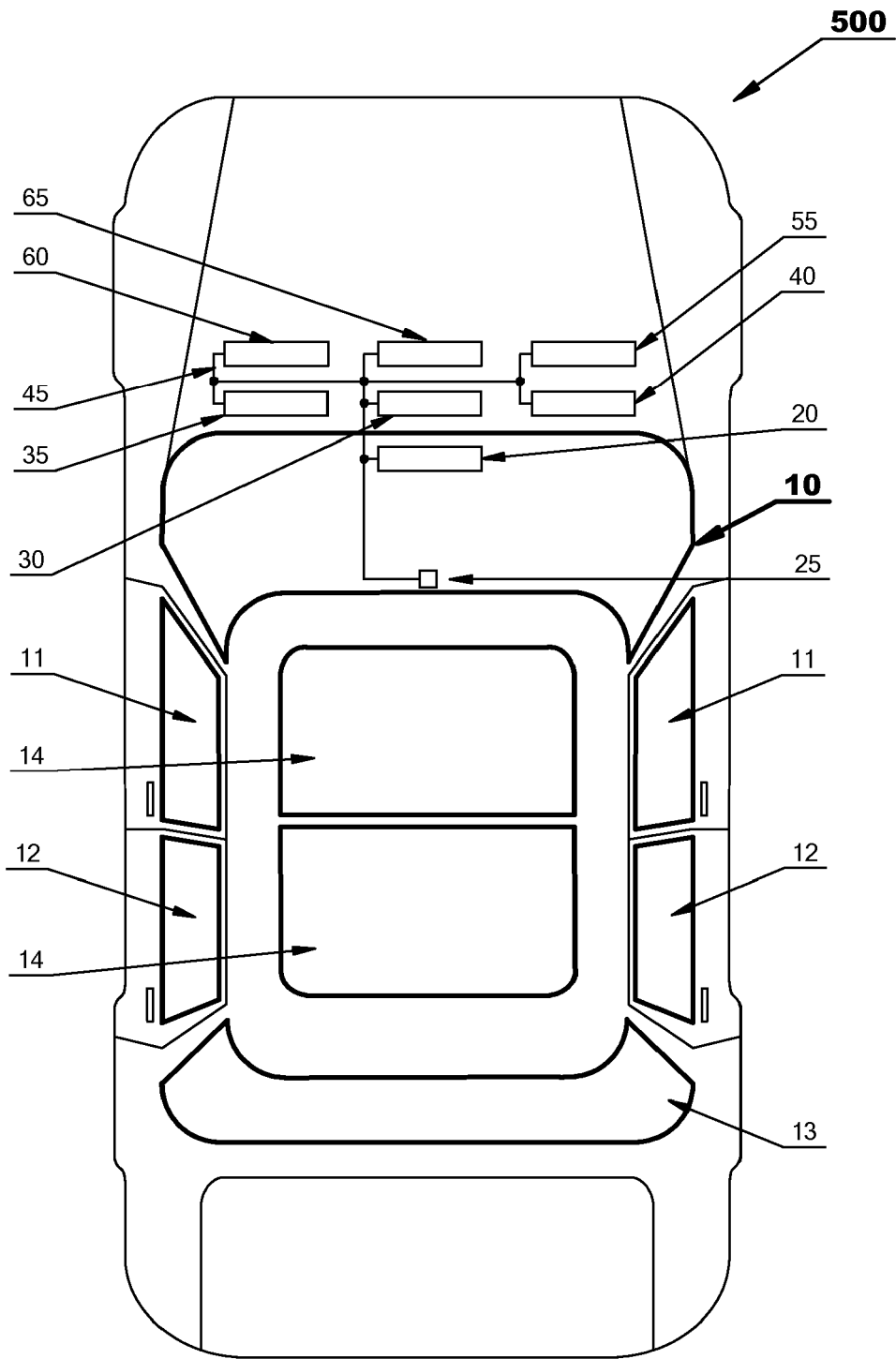


Fig. 5

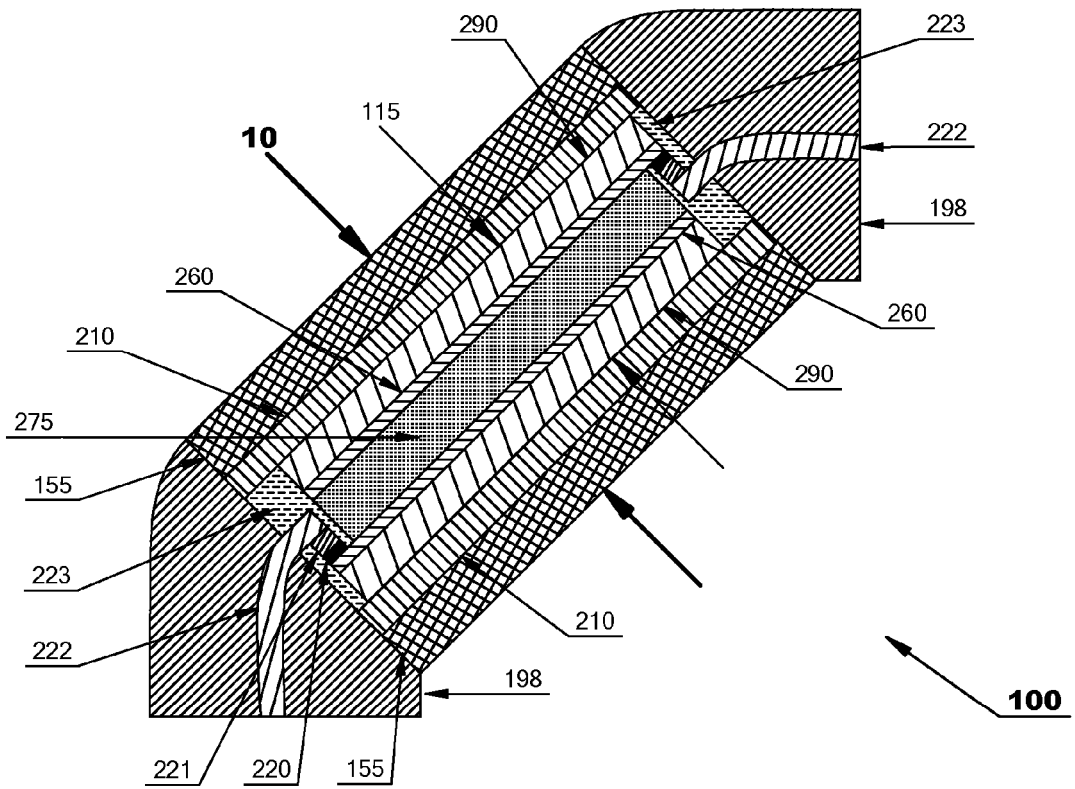


Fig. 6

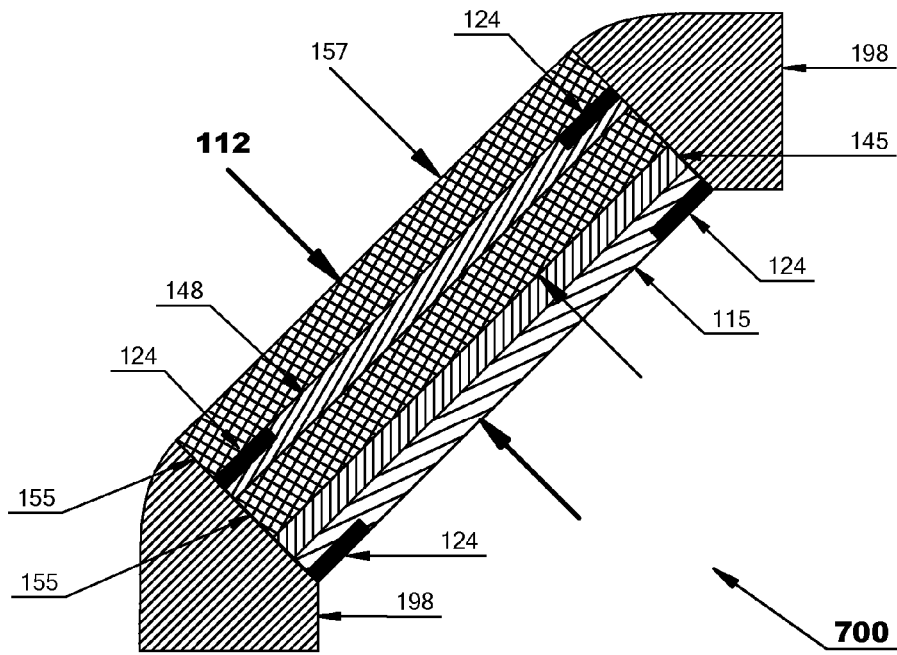


Fig. 7

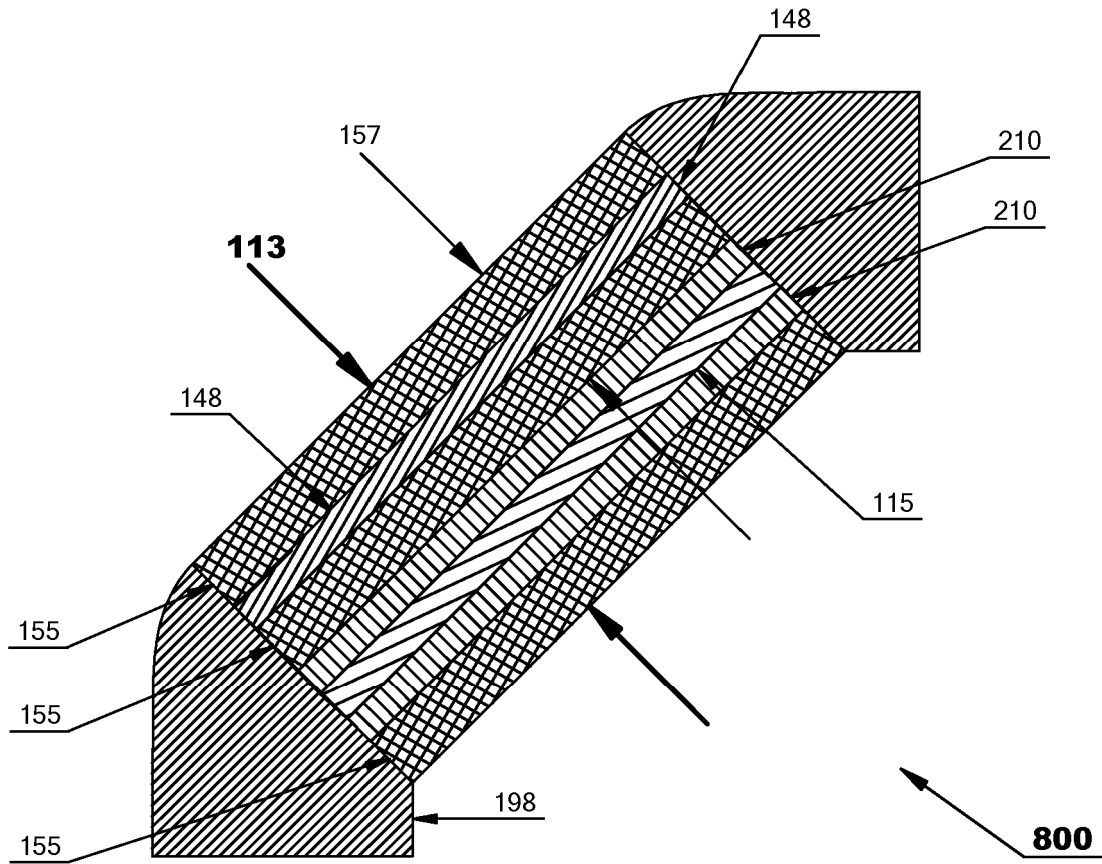


Fig. 8