

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 331**

51 Int. Cl.:

**G02B 5/26** (2006.01)

**G02B 5/28** (2006.01)

**G02C 7/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2017 PCT/EP2017/075510**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2018 WO18073023**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2017 E 17780413 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3391105**

54 Título: **Cristal de gafas con recubrimiento**

30 Prioridad:

**21.10.2016 DE 102016120122**

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

**25.06.2020**

73 Titular/es:

**CARL ZEISS VISION INTERNATIONAL GMBH  
(100.0%)  
Turnstrasse 27  
73430 Aalen , DE**

72 Inventor/es:

**GLOEGE, THOMAS;  
KRAUSE, MICHAEL y  
LAPPE, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 769 331 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

Cristal de gafas con recubrimiento

5 La presente invención se refiere a un cristal de gafas con un sustrato de lente y con un recubrimiento sobre el sustrato de lente. La invención se refiere, además, a un procedimiento implementado por ordenador para el diseño de un cristal de gafas de este tipo así como a un procedimiento correspondiente para la fabricación de un cristal de gafas.

10 Se conoce que determinadas zonas espectrales del ojo humano pueden dañarse cuando irradian sobre el ojo con alta intensidad y larga duración de actuación. Especialmente sensibles son la córnea, el cristalino y la retina. Una acción protectora en la zona espectral-UV pertenece al estado de la técnica en todos los cristales de gafas de alta calidad.

15 Se conoce a partir del documento US 9.291.746 B2 un cristal de gafas del tipo mencionado al principio. Para proteger los ojos se prepara un recubrimiento anti-reflejos con acción anti-reflejos sobre toda la zona especial desde la zona UV-B hasta la zona IR-A. La protección del ojo se consigue por que luz que incide desde atrás no es reflejada en el ojo del usuario de las gafas, sino que gracias al tratamiento anti-reflejos o bien recubrimiento anti-reflejos puede pasar a través de las gafas. Todas las formas de realización mostradas presentan en este caso con un ángulo de incidencia de 0° una reflexividad más reducida que con un ángulo de incidencia mayor de 30° o 45°.

Sin embargo, existe, además, el problema de que radiación que incide desde delante puede penetrar en el ojo. A través de la acción anti-reflejos se eleva en este caso todavía más la cantidad de radiación.

25 Se conoce a partir del documento US 2015/0146161 A1 un cristal de gafas del tipo mencionado al principio con un recubrimiento, que actúa como espejo infrarrojo en la zona espectral infrarroja y reduce efectivamente la radiación infrarroja incidente desde delante. De esta manera, se pueden proteger los ojos contra radiación que incide desde delante.

30 Ante estos antecedentes, un cometido de la presente invención es preparar un cristal de gafas que posibilita una acción de protección mejorada.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, por lo tanto, se propone preparar un cristal de gafas con un sustrato de lente y con un recubrimiento aplicado sobre el sustrato de lente, en donde el recubrimiento (22) presenta para luz infrarroja de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de 0° sobre el recubrimiento, una primera reflexividad de al menos 20%, caracterizado por que el recubrimiento presenta para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de 35° sobre el recubrimiento, una segunda reflexividad, que está reducida frente a la primera reflexividad absolutamente al menos un 10%.

40 La utilización creciente de cámaras-IR, cuyos radiadores-IR son preparados para una iluminación conveniente, proporciona, entre otras cosas, en el tráfico por carretera una exposición creciente de las personas frente a radiadores-IR relativamente fuertes. Especialmente de noche, cuando la luz en la zona espectral visible está limitada cada vez más de 380 nm a 780 nm, los sistemas de luz basados en infrarrojos ayudan en la orientación. Tales sistemas se designan también como asistentes de luz nocturna o aparatos de luz nocturna. Una ventana de los asistentes de luz nocturna consiste en que por medio de un faro de infrarrojos sin un deslumbramiento perceptible de los otros conductores se puede iluminar un campo de visión grande.

50 En la oscuridad o con iluminación débil durante el crepúsculo, las pupilas están, sin embargo, muy abiertas, de manera que radiación-IR puede incidir desde vehículos equipados con técnica de luz nocturna directamente sobre la retina. Hay que observar en este caso que la radiación infrarroja no activa el reflejo protector del ojo, para reducir la pupila o cerrar el párpado. No se puede excluir una amenaza de los ojos en el marco de estas condiciones ambientales. Puesto que los materiales de cristales de gafas habituales presentan una absorción reducida, especialmente en una zona de 800 nm a 1.500 nm, no existe una acción de protección con cristales de gafas convencionales.

60 En el tráfico por carretera pueden aparecer esencialmente dos escenarios con elevada exposición infrarroja: (a) una reflexión trasera de radiación infrarroja que incide inclinada desde atrás, como podría aparecer, por ejemplo, a través de un vehículo que circula en la misma dirección ligeramente desplazado hacia atrás con asistente de luz nocturna infrarroja sobre un carril paralelo y (b) protección contra radiación infrarroja que incide desde delante, como podría aparecer en el caso de un vehículo en dirección contraria con asistencia de luz nocturna infrarroja.

Las publicaciones US 9.291.746 B2 y US 2015/0146161 A1 mencionadas anteriormente solucionan por sí, respectivamente, los problemas parciales (a) o (b). Una combinación de las enseñanzas de las dos publicaciones

con un recubrimiento anti-reflejos-IR sobre el lado trasero y con un espejo-IR sobre el lado delantero del cristal de gafas no conduciría, sin embargo, al resultado deseado de una acción de protección suficiente en ambos escenarios. Puesto que la acción anti-reflejos en la zona espectral infrarroja no sólo actuaría en el caso de radiación incidente desde delante sino también desde atrás, se reduciría, en efecto, la reflexión en la superficie trasera del cristal de la gafas, pero se anularía este efecto a través del espejo dieléctrico sobre la superficie delantera y a pesar de todo llegaría la radiación al ojo del usuario.

Por lo tanto, según la invención, se propone preparar un recubrimiento, que presenta para luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento, una primera reflexividad de al menos 20% y, además, para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento, una segunda reflexividad, que está reducida en al menos 10% frente a la primera reflexividad. Con preferencia de esta manera se puede conseguir una acción de protección mejorada contra radiadores infrarrojos en el sector del automóvil o bien el tráfico por carretera.

A través de la dependencia angular propuesta con una longitud de ondas  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima se reduce de esta manera más fuertemente una porción de luz que incide desde delante, en cambio una porción de luz que incide desde atrás puede pasar debido a la reflexividad reducida. La reflexividad de al menos 20 % con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  explica que en oposición al documento US 9.291.746 B2, no se trata especialmente de un recubrimiento anti-reflejos o tratamiento anti-reflejos. Con preferencia, la reflexividad es 30%, 40%, 50%, 60% o también 70% o más. Con preferencia, puede estar prevista también una diferencia mayor entre la reflexividad con el ángulo de incidencia de  $35^\circ$  y con  $0^\circ$ .

En virtud de la posición de uso de las gafas, la radiación infrarroja incide junto con la luz visible con la visión en la fuerte de radiación (en el momento más peligroso) en un ángulo de alrededor de  $0^\circ$  (normalmente  $\pm 15^\circ$ ) sobre el cristal de las gafas, de manera que se maximiza la acción anti-reflejos del cristal de gafas a  $0^\circ$ . Para la radiación que procede desde atrás, la zona angular en torno a  $0^\circ$  es, en cambio, menos importante, puesto que aquí sólo se refleja la radiación térmica humana propia. El potencial de amenaza de la radiación térmica propia se puede estimar, sin embargo, como pequeña. En cambio, para el lado trasero es decisiva la zona angular entre  $35^\circ$  y  $60^\circ$  de la luz incidente con respecto a la perpendicular sobre la superficie de cristal, en la que la radiación se puede reflejar a través de reflexión total en el ojo humano.

Según un aspecto, de la invención, además, se puede tener en cuenta una interacción entre la reflexividad con el ángulo de incidencia de  $0^\circ$  y la reflexividad con el ángulo de incidencia de  $35^\circ$ . Una elevación de la reflexividad con el ángulo de incidencia de  $0^\circ$  puede conducir también a una elevación de la reflexividad con el ángulo de incidencia de  $35^\circ$ . Puesto que se prepara una reflexividad no demasiado alta con el ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , por ejemplo de menos de 20%, pero no mayor de 70%, con preferencia no mayor de 60%, 50% o 40%, es posible conseguir con una estructura de capas con complejidad limitada una reflexividad suficientemente reducida o bien reflexividad suficientemente baja a la longitud de onda  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima para radiación que incide inclinada desde atrás.

En el caso de aplicación de los sistemas de asistencia nocturna en el sector del automóvil, el usuario está expuesto en el caso de tráfico moderado a la radiación infrarroja de vehículos en dirección opuesta solamente durante un intervalo de tiempo relativamente corto. En cambio, en el caso de radiación infrarroja que incide desde atrás, puede existir una exposición durante un periodo de tiempo duradero, por ejemplo cuando un vehículo circula a velocidad similar ligeramente desplazado sobre un carril paralelo. A este respecto, con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , puede ser suficiente una reflexividad de menos del 20%. De este modo, con una estructura de capas con complejidad limitada se puede conseguir una reflexividad suficientemente reducida o bien reflexividad suficientemente baja a la longitud de ondas  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima para radiación que incide inclinada desde atrás.

Además, el cristal de gafas propuesto puede ofrecer una acción de protección mejorada también en el caso de radiación solar que incide desde delante así como inclinada desde atrás. A través de la acción anti-reflejos con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , se pueden reducir rayos que inciden desde delante, como por ejemplo a través de reflexión en superficies, por ejemplo reflexiones en una superficie de agua, pasando al mismo tiempo el cristal de gafas, debido a la reflexividad reducida con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  la radiación que incide inclinada desde atrás, en una proporción mayor, sin reflejarse de esta manera en el ojo. Un caso de aplicación posible es en este caso la lectura de un libro al aire libre, especialmente en la playa.

El cristal de gafas presenta con preferencia una acción óptica diferente de cero. Con preferencia, el sustrato de lente presenta un agente de absorción-UV.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se propone un procedimiento implementado por ordenador para el diseño de un cristal de gafas con un sustrato de lente y con un recubrimiento aplicado sobre el sustrato de lente con una secuencia de capas que forman el recubrimiento, en donde el procedimiento presenta la siguiente etapa:

- determinar la secuencia de capas, siendo realizada la determinación de la secuencia de capas con la salvedad de que el recubrimiento presente una primera reflexividad de al menos 20% para luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento y presenta para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento, una segunda reflexividad, que está reducida al menos un 10% frente a la primera reflexividad.

Según un tercer aspecto de la presente invención, se propone un procedimiento para la fabricación de un cristal de gafas con un sustrato de lente y con un recubrimiento aplicado sobre el sustrato de lente, en donde el procedimiento presenta las siguientes etapas:

- preparar un sustrato de lente;
- aplicar una secuencia de capas que forman el recubrimiento, en donde la aplicación del recubrimiento se realiza con la salvedad de que el recubrimiento presente una primera reflexividad de al menos 20% para luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento y presenta para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento, una segunda reflexividad, que está reducida al menos un 10% frente a la primera reflexividad.

Según un cuarto aspecto de la presente invención, se propone unas gafas con una montura y un segundo cristal de gafas según el primer aspecto.

Si no se especifica otra cosa, los conceptos empleados aquí deben entenderse en el sentido de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 del Deutschen Instituts für Normung e.V.

El ángulo de incidencia se refiere a un ángulo frente a la normal de la superficie o bien la perpendicular a la superficie del cristal de gafas. El ángulo de incidencia se puede determinar especialmente en un vértice del cristal de gafas según la Sección 4.9 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012.

El concepto de luz visible, especialmente radiación visible o bien una zona de longitudes de ondas visibles se refiere según la Sección 4.2 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 a radiación óptica, que puede provocar directamente una sensación luminosa en el hombre. Radiación visible se puede referir a una zona de longitudes de onda de 400 nm a 780 nm. En el marco de esta publicación, sin embargo, radiación visible se puede referir con preferencia a una zona de longitudes de onda de 400 nm o bien 460 nm a 700 nm. De esta manera, se cubre especialmente el máximo de sensibilidad del ojo y al mismo tiempo se eleva la flexibilidad de diseño para el diseño de las propiedades del filtro y de la pendiente de los flancos.

Por radiación ultravioleta se entiende según la Sección 4.3 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 una radiación óptica, cuyas longitudes de onda son inferiores a las de la radiación visible. La zona de la radiación ultravioleta entre 100 nm y 400 nm se divide normalmente en: UV-A (315 nm a 400 nm), UV-B (280 nm a 315 nm) y UV-C (100 nm a 280 nm). Alternativamente, como valor límite superior se puede utilizar UV-A 380. La zona espectral para UV-C es efectivamente de 200 a 280 nm, puesto que la radiación atmosférica de longitudes de onda absorbe suficientemente menor que 200 nm.

Por el concepto radiación infrarroja según la Sección 4.3 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 se entiende radiación óptica, cuyas longitudes de onda son mayores que las de la radiación visible. La zona de 780 nm a 3 mm se designa también como zona infrarroja próxima. En este caso, se distingue entre IR-A (780 nm a 1,400 nm) e IR-B (1,4 mm a 3  $\mu$ m). A la altura del nivel del mar, el espectro infrarrojo a considerar se extiende hasta aproximadamente 2  $\mu$ m. Además, materiales convencionales de cristal de gafas para longitudes de ondas mayores de aproximadamente 1,7  $\mu$ m a 2  $\mu$ m, en virtud de sus propiedades del material, ofrecen ya una absorción suficiente de radiación infrarroja.

El concepto de superficie delantera o superficie del lado del objeto designa según la sección 5.8 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 la superficie de un cristal de gafas, que está correctamente alejada del ojo en las gafas. El concepto de superficie trasera o superficie del lado del ojo designa según la Sección 5.19 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 la superficie de un cristal de gafas, que está correctamente dirigida hacia el ojo en las gafas. Los conceptos de superficie delantera y superficie trasera se utilizan en este caso de manera correspondiente para el sustrato de la lente.

El concepto de cristal de gafas designa en el marco de la presente publicación especialmente un cristal de gafas recubierto según la Sección 8.1.13 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012, es decir, un cristal de gafas, sobre el que se han aplicado uno varios recubrimientos superficiales, especialmente para modificar una o varias de sus propiedades. Los cristales de gafas descritos aquí se pueden emplear con ventajas especialmente en los siguientes campos (con y sin corrección) gafas de sol, gafas de esquí, gafas de puesto de trabajo así como gafas en conexión con instalaciones de representación llevadas en la cabeza (pantallas montadas en la cabeza).

5 El concepto de cristal de gafas puede comprender, además, en el marco de la presente publicación semi-productos de cristales de gafas, especialmente una pieza bruta de cristal de gafas o producto semiacabado según la Sección 8.4.2 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012, es decir, una pieza bruta de lente con una superficie óptica elaborada acabada. El concepto de sustrato de lente se refiere, en cambio, a un cristal de gafas (incluyendo semi-productos) sin recubrimiento según la invención.

10 El concepto de grado de reflexión espectral, grado de reflexión o reflexividad designa según la sección 15.1 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 la relación de la potencia de radiación espectral, que se refleja por el material respectivo o bien la superficie o recubrimiento, con respecto a la potencia de radiación incidente para una longitud de onda ( $\lambda$ ) determinada. En el presente caso, la reflexividad se refiere a la reflexividad de todo el recubrimiento con sus varias capas de alta y baja difracción y no a la reflexividad de una capa individual.

15 El concepto de grado de transmisión espectral o transmisión se refiere según la Sección 15.2 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 a la relación de la potencia de radiación espectral, que es dejada pasar por el material respectivo, con respecto a la potencia de radiación incidente para una longitud de onda ( $\lambda$ ) determinada.

20 El concepto de grado de transmisión de la luz designa según la Sección 15.4 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012 la relación de la corriente de luz dejada pasar por el cristal de gafas o filtro o bien aquí por el recubrimiento con respecto a la corriente de luz incidente. En este caso se realiza una ponderación con la función de sensibilidad del ojo humano para visión diurna y la distribución de la radiación espectral del tipo de luz normal CIE D65. A diferencia de la Norma mencionada anteriormente, en este caso se puede tener en cuenta una zona de longitudes de onda de 400 nm o bien 460 nm a 700 nm o bien 780 nm.

25 Se entiende que se pueden realizar todavía otras etapas de fabricación, como por ejemplo la aplicación de capas adicionales del recubrimiento, por ejemplo de una capa de protección contra arañazos o la aplicación de una capa antiestática conductora, para conseguir una acción antiestática. Se pueden insertar capas adicionales especialmente también dentro de una secuencia de capas de las formas de realización indicadas en la descripción siguiente para conseguir funcionalidades adicionales. Por ejemplo, la inserción de una capa-ITO fina de 3 nm dentro de una secuencia de capas indicada en la descripción siguiente puede conseguir un efecto antiestático, sin tener influencia esencial sobre la reflexividad espectral. En este caso, puede ser ventajoso no insertar la capa-ITO como capa final, sino dentro de la secuencia de capas. Se entiende que existe una interacción entre las capas del recubrimiento, de manera que no se puede realizar una descomposición, sino que se puede basar con respecto a las propiedades ópticas, especialmente con respecto a la reflexividad dependiente del ángulo, en la acción total del recubrimiento.

35 El concepto de recubrimiento se puede referir en este caso especialmente a un recubrimiento dieléctrico con una secuencia de capas de alta difracción y de baja difracción. Tal espejo o bien filtro dieléctrico se puede designar también como reflector de Bragg. Opcionalmente, tal recubrimiento puede presentar también capas de difracción media con un índice de difracción, que está entre el índice de difracción de capas de alta difracción y de baja difracción. Tal recubrimiento se puede aplicar a través de procedimientos de recubrimiento en vacío, por ejemplo a través de evaporación o bien vaporización, pulverización catódica o atomización catódica o separación química de fases de gas.

45 Por salvedad se entiende en este caso una condición marginal a cumplir en el sentido de una definición de característica funcional. En particular, se puede tratar de una propiedad o condición marginal para un procedimiento iterativo de aproximación o bien de optimización, que representan la base para tales procedimientos.

50 En una configuración puede estar previsto que la transmisión media o bien el grado de transmisión de la luz del cristal de gafas sea, en una zona de longitudes de onda visible de 400 nm a 700 nm y con un ángulo de incidencia de 0°, al menos 95%, con preferencia al menos 98%. En este caso, se trata de una transmisión ponderada en la zona visible, que tiene en cuenta la función de sensibilidad del ojo. Por transmisión se entiende en este caso el grado de transmisión de luz según la Sección 15.4 de la Norma DIN EN ISO 13666:2012, es decir, la relación de la corriente de luz dejada pasar por el cristal de gafas con respecto a la corriente luminosa incidente en la zona espectral indicada. También se pueden tener en cuenta las zonas de longitudes de onda de 400 nm a 780 nm, de 460 nm a 700 nm, o bien de 460 nm a 780 nm. Con otras palabras, en este caso, se trata de un cristal de gafas transparente para luz visible para el usuario. Alternativamente, se puede prever adicionalmente un tintado, por ejemplo en el caso de empleo con gafas de sol.

60 En una configuración, la longitud de ondas  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima puede estar en una zona de longitudes de onda del grupo de zonas de longitudes de ondas de 780 nm a 1.500 nm, de 800 nm a 1.200 nm, y de 850 nm a 1.100 nm. Por ejemplo, la longitud de onda puede ser  $\lambda_{NIR} = 1.000$  nm. Con preferencia, la longitud de ondas infrarroja está adaptada a una fuente de radiación predeterminada, como por ejemplo a un máximo de emisión de un faro de infrarrojos de un asistente de visión nocturna en el sector del automóvil.

En otra configuración, el recubrimiento puede presentar sobre una zona de longitudes de onda, que comprende la

5 longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima, frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  una reflexividad reducida al menos un 10%. Una ventaja de esta configuración es que de esta manera se puede tener en cuenta también una fuente de radiación de banda ancha. Normalmente, en las fuentes de radiación infrarroja no se trata de una fuente de luz monocromática, sino por ejemplo de un faro de LED infrarrojo con un espectro de emisión más amplio. Puesto que el recubrimiento tiene en cuenta la zona de longitudes de onda, se puede asegurar la acción de protección sobre esta zona.

10 En otra configuración, el recubrimiento presenta con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , una reflexividad del grupo de reflexividades de al menos 25%, de al menos 30%, de al menos 40% y de al menos 50% a la longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima. En particular, el recubrimiento puede presentar con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  una reflexividad de al menos 60%, 70% u 80%. Por lo tanto, se entiende que el recubrimiento propuesto no actúa especialmente a la longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  precisamente como recubrimiento anti-reflexión, sino más bien como recubrimiento con acción reflectante.

15 En una configuración, el recubrimiento presenta con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  una reflexividad reducida frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  al menos en un factor del grupo de 15%, 20%, 25% y 30% a la longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima. En particular, el recubrimiento puede presentar con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  una reflexividad reducida frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  en al menos 40%, 50%, 60% o 70%. De esta manera, se consigue una diferencia mayor entre la acción anti-reflejos para radiación que incide desde delante (por ejemplo, bajo un ángulo de incidencia de  $0 \pm 15^\circ$ ) y radiación que incide inclinada desde atrás. Se entiende que la reflexividad no adopta valores negativos. Por ejemplo, el recubrimiento puede presentar, con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , una reflexividad de 50% y con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  una reflexividad de 25%, es decir, una reflexividad absoluta reducida en 25% o bien relativa en 50% con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$ . En el marco de la presente publicación, un porcentaje para la reflexividad absoluta se refiere a una reducción absoluta de la reflexividad.

25 En una configuración, el recubrimiento presenta sobre una zona angular de incidencia de  $30^\circ$  a  $45^\circ$  una reflexividad reducida al menos en un 10% frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  a la longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima. Una ventaja de esta configuración consiste en que se puede asegurar la acción de protección sobre una zona angular mayor. Con preferencia, se pueden combinar una zona angular de incidencia y una zona de longitudes de onda, que presenta la longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ .

30 En otra configuración, el sustrato de lente presenta una superficie delantera y una superficie trasera y el recubrimiento se aplica sobre la superficie delantera del sustrato de lente. Una ventaja de esta configuración consiste en que la superficie delantera se puede proveer en la fabricación ya con el recubrimiento. En particular, la superficie delantera se puede recubrir antes de que la superficie trasera, sea procesada acabada, por ejemplo con un generador de forma libre. Con preferencia, de acuerdo con ello, se puede preparar un producto semi-acabado de cristal de gafas y/o pieza bruta de cristal de gafas con una superficie delantera ya procesada acabada.

35 En una configuración, el sustrato de lente puede presentar, además, un agente de absorción-IR. Una ventaja de esta configuración consiste en que la radiación infrarroja se puede reducir más. La acción de un agente de absorción-IR (agente de absorción infrarroja) puede ser especialmente ventajosa cuando el recubrimiento está aplicado sobre el lado delantero. Un recubrimiento dieléctrico actúa, naturalmente, igual en ambas direcciones. Una porción de radiación que permanece en el caso de luz incidente desde atrás, que alcanza la superficie delantera y es reflejada allí por el recubrimiento de la superficie delantera, experimenta en este caso una transición doble a través del sustrato con agente de absorción-IR (ida y vuelta), de manera que la radiación infrarroja se debilita doblemente.

40 Además, en el caso de la combinación de agente de absorción-IR y recubrimiento sobre la superficie delantera del sustrato de lente puede resultar un efecto de sinergia. A través de la acción al menos parcialmente reflectante del recubrimiento sobre el lado delantero se puede elevar la duración de vida del sustrato con agente de absorción-IR, puesto que los efectos de envejecimiento de agentes de absorción-IR pueden provocar una influencia en la zona espectral visible.

45 Los agentes de absorción-IR, especialmente en forma de colorantes absorbentes de luz infrarroja, se pueden introducir con diferentes procedimientos. Por ejemplo, es posible una adición a una mezcla de monómeros del sustrato, de manera que se pueden añadir, por ejemplo, junto con agentes de absorción-UV y se pueden endurecer al mismo tiempo o bien se pueden procesar junto con el polímero especialmente termoplástico por fundición por inyección. En este caso, se puede tratar de un producto polímero, en el que están distribuidos colorantes de forma homogénea o de un producto polímero, en el que el o los colorantes se encuentran en una capa en la superficie, por ejemplo, con  $500 \mu\text{m}$  o menos.

50 Alternativamente puede estar prevista la adición del agente de absorción-IR a una laca, que se aplica sobre el sustrato (que se endurece, por ejemplo, por UV o térmicamente). Con preferencia, éste funciona también como imprimación o capa dura. En este caso, puede estar prevista una concentración más alta de agente de absorción,

para alcanzar el mismo efecto que con la adición al material de sustrato, por ejemplo de 0,02 a 4 por ciento en masa, con preferencia entre 0,1 y 1 por ciento en masa, preferido entre 0,2 y 0,75 por ciento en masa. Una imprimación opcional o bien una capa de imprimación se puede aplicar sobre el sustrato de lente, para que se adhiera mejor un recubrimiento funcional. Un recubrimiento duro opcional (designado también como Capa Dura) puede proteger el cristal de gafas contra arañazos.

Por lo demás, se puede introducir un agente de absorción-IR a través de difusión en el material de sustrato o el recubrimiento, especialmente el recubrimiento duro, de manera similar al tintado de cristales o bien a través de transferencia térmica o imbibición. En este caso, se pueden emplear con preferencia colorantes con alto rendimiento cuántico, para que los espesores de capa habituales bajos del recubrimiento bajos puedan proporcionar una reducción significativa de la transmisión. Los agentes de absorción-IR se pueden tomar, entre otros, de la Clase de sustancias de (cuater)rileno, de la fenilendiamina o de los complejos metálicos con transiciones de transferencia de carga adecuadas. Ejemplos son (bis(4,4'-dimetoxiditiobenzil)níquel (CAS 38465-55-3), bis(4-dimetilaminoditio benzil)níquel) (CAS 38951-97-2); N,N,N',N'-tetraquis(4-dibutilaminofenil)-p-fenilendiaminio hexafluorofosfato (CAS 152340-26-6), antra[9",1",2":6,5,10;10",5",6":6', 5',10'] diantra[2,1,9-def:2',1',9'-d'e'f'] diisoquinolina-1, 3,12,14 (2H,13H) (CAS 165550-64-1), antra[9",1",2":6, 5,10;10",5",6":6',5',10']diantra[2,1,9-def:2',1',9'-d'e'f'] diisoquinolina-1,3,12,14(2H,13H)-tetrona, 2,13-bis[2,6- bis(1-metiletil)fenil]-5,10,16,21-tetraquis[4-(1,1,3, 3-tetrametil butil)fenoxi] (CAS 333304-54-4) y similares.

En una configuración se puede aplicar, además, un recubrimiento según la presente publicación sobre la superficie trasera del sustrato de lente. Por ejemplo, puede estar previsto el mismo recubrimiento sobre la superficie delantera y sobre la superficie trasera. No obstante, alternativamente para la superficie trasera puede estar prevista otra configuración del recubrimiento según la presente publicación. Una ventaja de prever tal recubrimiento tanto sobre la superficie delantera como también sobre la superficie trasera consiste en que se reduce todavía más claramente la transmisión-IR y de esta manera se puede conseguir una acción de protección mejorada. Alternativa o adicionalmente, puede ser suficiente una estructura de capas más sencilla para con seguir un efecto deseado. De esta manera, se pueden fabricar los recubrimientos más económicamente. Con preferencia, se combina un recubrimiento sobre la superficie delantera y la superficie trasera con un agente de absorción-IR en el sustrato de lente. La reflexividad reducida para radiación que incide inclinada desde atrás a través del recubrimiento trasero puede debilitar junto con el agente de absorción-IR en el sustrato de lente una carga de rayos-IR del ojo y mejorar más la acción de protección.

En una configuración, el sustrato de lente presenta una superficie delantera y una superficie trasera y la superficie trasera presenta un recubrimiento anti-reflexión para al menos una zona de un grupo de luz visible, luz-IR y luz-UV. El recubrimiento propuesto al principio puede estar previsto en este caso sobre la superficie delantera. A través del empleo de tal recubrimiento anti-reflexión, como se conoce, por ejemplo, a partir del documento US 9.291.746 B2, se puede conseguir una función de protección adicional. En particular, puede estar previsto un recubrimiento anti-reflexión infrarroja (IR-AR) sobre la superficie delantera y/o la superficie trasera. Un recubrimiento sobre la superficie delantera y la superficie trasera puede desplegar especialmente en combinación con un agente de absorción-IR en el sustrato de lente una acción de protección ventajosa. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de un recubrimiento cerámico o híbrido (por ejemplo, capas híbridas orgánicas-inorgánicas a base de procesos-Sol-Gel), que proporciona con preferencia junto a una acción como capa anti-reflejos en la zona visible también un efecto reductor en el espectro infrarrojo sobre la reflexión.

En otra configuración, el sustrato de lente presenta una superficie delantera y una superficie trasera y la superficie delantera presenta un recubrimiento reflectante para al menos una zona del grupo de luz-UV y luz azul de onda corta. Con otras palabras, un recubrimiento sobre el lado delantero presenta una acción reflectante para luz-UV y/o luz azul de onda corta. En el recubrimiento se puede tratar del recubrimiento según el primer aspecto, que ofrece adicionalmente una acción reflectante correspondiente. Una ventaja de esta configuración consiste en una acción de protección más mejorada en otras zonas espectrales. Se entiende que alternativa o adicionalmente a la superficie delantera, puede estar configurado también un recubrimiento sobre la superficie trasera con tales propiedades. La acción de protección para luz azul de onda corta se designa también como BlueCut. Por BlueCut debe entenderse con preferencia un recubrimiento anti-reflexión (cerámico o híbrido), que presenta especialmente con alto rendimiento una reflexividad elevada para luz azul de onda corta en el borde de la zona-UV, por ejemplo de 400 nm a 460 nm (visible de alta energía (HEV)). En una zona de longitudes de onda visible de 460 nm a 700 nm se puede prever, además, una transmisión del cristal de gafas de al menos 95%, con preferencia de al menos 98%.

En otra configuración, el recubrimiento presenta materiales de alta difracción, de media difracción y de baja difracción. Una ventaja de esta configuración consiste en que se presta más flexibilidad a la acción del sistema de capas del recubrimiento a través de la adición de un tercer componente con índice de difracción medio (que está entre el índice de difracción alto y el índice de difracción medio). Con preferencia, se puede reducir el número de las capas necesarias para una acción deseada. Como material de alta difracción se puede utilizar un material, cuyo índice de difracción está por encima del índice del material de sustrato como por ejemplo TiO<sub>2</sub>. Como materiales de alta difracción o los llamados materiales de Alto-Índice se pueden emplear, por ejemplo, óxidos metálicos de un

5 grupo de óxidos de Zr, Ti, Al, Y, Ta, Nd, La, Nb y PrTi o combinaciones de ellos. Como material de baja difracción se puede emplear un material, cuyo índice de difracción está por debajo del índice del material del sustrato. Alternativamente, se pueden emplear, por ejemplo, también mezclas de SiO<sub>2</sub>. Alternativamente, se pueden emplear, por ejemplo, también mezclas SiO<sub>2</sub> con aluminio. Como material ejemplar con índice de difracción medio se puede emplear ZrO<sub>2</sub>. Por ejemplo, un material de alta difracción puede tener un índice de difracción de  $n > 2,0$ . Un material de difracción media puede tener un índice de difracción de  $n = 1,5$  a  $n = 2,0$  y un material de baja difracción puede tener un índice de difracción de  $n > 1,5$ .

10 En una configuración, el recubrimiento puede presentar la siguiente secuencia de capas: una primera capa de TiO<sub>2</sub>, seguida por una primera capa de SiO<sub>2</sub>, seguida por una segunda capa de TiO<sub>2</sub>, seguida por una segunda capa de SiO<sub>2</sub>, seguida por una tercera capa TiO<sub>2</sub>, seguida por una tercera capa de SiO<sub>2</sub>, seguida por una primera capa de ZrO<sub>2</sub>, seguida por una cuarta capa de TiO<sub>2</sub>, seguida por una segunda capa de ZrO<sub>2</sub>, seguida por una quinta capa de TiO<sub>2</sub>. Entre el sustrato de la lente y la primera capa de TiO<sub>2</sub> puede estar prevista una capa de laca dura (Capa Dura). Opcionalmente, pueden estar previstas otras capas de cierre.

15 En una forma de realización, el recubrimiento puede presentar una capa de cierre de alta difracción. Una ventaja de esta configuración consiste en que a través de la diferencia grande de índices entre la capa de alta difracción y el aire ambiental se puede conseguir una acción anti-reflejos ventajosa también en la zona infrarroja.

20 En una configuración, el recubrimiento presenta, además, una capa conductora. Por ejemplo, para ello se puede emplear un óxido conductor transparente como óxido de indio-estaño «In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>»<sub>0,9</sub> (SnO<sub>2</sub>)<sub>0,1</sub>; ITO), óxido de flúor-estaño (SnO<sub>2</sub>:F; FTO), óxido de aluminio-cinc (ZnO:Al; AZO), u óxido de antimonio-estaño (SnO<sub>2</sub>:Sb; ATO). Una ventaja de esta configuración consiste en que se puede evitar una carga estática. De esta manera se puede mejorar la limpieza del cristal de gafas. Además, se pueden incorporar capas adicionales para mejorar, por ejemplo, la estabilidad mecánica del sistema de capas. A tal fin, se pueden emplear capas con un espesor  $\geq 100$  nm.

25 En otra configuración, el recubrimiento presenta al menos cinco, especialmente al menos seis, especialmente al menos siete capas, especialmente al menos ocho capas, especialmente al menos nueve, especialmente al menos diez capas. Una ventaja de esta configuración consiste en que se puede conseguir una acción de transmisión o bien acción de reflexión totalmente definidas con la dependencia angular deseada.

30 En una configuración del procedimiento según el segundo aspecto de la invención como procedimiento implementado por ordenador, la determinación de la secuencia de capas puede comprender las siguientes etapas:

- 35 a) preparación de parámetros que describen una primera secuencia de capas de un recubrimiento;  
 b) preparación de un primer valor límite, que representa la primera reflexividad, de al menos 20%;  
 c) determinación de la reflexividad del recubrimiento para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de 0° sobre el recubrimiento;  
 d) comparación de la reflexividad determinada en la etapa c) con el primer valor límite;  
 40 e1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa d) no se determine ningún exceso del primer valor límite a través de la reflexividad determinada en la etapa c):

- 45 f1) modificación de los parámetros que describen la primera secuencia de capas y  
 g1) realización de las etapas c) a d);

- e2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa d) se determine un exceso del primer valor límite:

- 50 f2) determinación de la reflexividad del recubrimiento para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de 35° sobre el recubrimiento;  
 g2) comparación de la reflexividad determinada en la etapa f2) con la reflexividad determinada en la etapa c);

- 55 h2.1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa f2) en más del 10%:

- i2.1) modificación de los parámetros que describen la primera secuencia de capas y  
 j2.1) realización de las etapas c) a d);

- 60 h2.2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa f2) en más del 10%:

k2.2) emisión de los parámetros que describen la primera secuencia de capas como los parámetros que describen la secuencia de capas del recubrimiento.

Por lo tanto, la determinación de la secuencia de capas se puede realizar con preferencia como procedimiento iterativo, especialmente como procedimiento iterativo de aproximación o bien de optimización. A tal fin, se pueden emplear programas comerciales, por ejemplo el software de OptiLayer GmbH, Garching, Alemania, que se distribuye en Europa por Langbein Thelen Consulting en Heidelberg, Alemania. Otros canales de distribución se pueden encontrar en <http://www.optilayer.com/distributors>.

En una configuración del procedimiento según el segundo aspecto de la invención como procedimiento implementado por ordenador, la determinación de la secuencia de capas puede comprender las siguientes etapas:

- a) preparación de parámetros que describen una primera secuencia de capas de un recubrimiento;
- b) preparación de un primer valor límite, que representa la primera reflexividad, de al menos 20%;
- c) determinación de la reflexividad del recubrimiento para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento;
- d) determinación de la reflexividad del recubrimiento para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento;
- e) comparación de la reflexividad determinada en la etapa c) con el primer valor límite;
- f1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa e) se determine que no se alcanza el primer valor límite a través de la reflexividad determinada en la etapa c):
  - g1) modificación de los parámetros que describen la primera secuencia de capas y
  - h1) realización de las etapas c) a e);
- f2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa e) se determine que se excede el primer valor límite:
  - g2) comparación de la reflexividad determinada en la etapa d) con la reflexividad determinada en la etapa c);
  - h2.1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa d) en más del 10%:
    - i2.1) modificación de los parámetros que describen la primera secuencia de capas y
    - j2.1) realización de las etapas c) a e);
  - h2.2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa d) en más del 10%:
  - k2.2) emisión de los parámetros que describen la primera secuencia de capas como los parámetros que describen la secuencia de capas del recubrimiento.

Las ventajas descritas en detalle para el primer aspecto de la invención se aplican de manera correspondiente para los otros aspectos de la invención.

Se entiende que las características mencionadas anteriormente y que deben explicarse todavía a continuación no sólo se pueden aplicar en la combinación indicada respectiva, sino también en otras combinaciones e individualmente, sin abandonar el marco de la invención. En particular, se pueden combinar entre sí concreciones con respecto a la zona de longitudes de onda, zona de ángulos de incidencia, reflexividad a  $0^\circ$  y/o reflexividad a  $35^\circ$ .

Formas de realización de la invención se representan en el dibujo y se explican en detalla en la descripción siguiente.

La figura 1 muestra un escenario ejemplar con radiación infrarroja que incide desde delante.

La figura 2 muestra un escenario ejemplar con radiación infrarroja que incide inclinada desde atrás.

La figura 3 muestra una forma de realización de un cristal de gafas según un ejemplo de realización de la presente invención.

La figura 4A muestra una vista esquemática de una forma de realización de un cristal de gafas.

La figura 4B muestra una curva de reflexión del cristal de gafas de la figura 4A.

La figura 5A muestra una vista esquemática de otra forma de realización de un cristal de gafas.

La figura 5B muestra una curva de reflexión del cristal de gafas de la figura 5a.

La figura 6A muestra una vista esquemática de otra forma de realización de un cristal de gafas.

5 La figura 6B muestra una curva de reflexión del cristal de gafas de la figura 6A.

La figura 7A muestra una vista esquemática de otra forma de realización de un cristal de gafas.

10 La figura 7B muestra una curva de reflexión del cristal de gafas de la figura 7A.

La figura 8 muestra una curva de reflexión del cristal de gafas con una reflexión en la zona azul o bien zona de rayos-UV.

15 La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para el diseño de cristal de gafas.

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para la fabricación de un cristal de gafas.

20 La figura 11 muestra un diagrama de flujo de etapas de procedimiento para la determinación de una secuencia de capas; y

La figura 12 muestra un diagrama de flujo de otra configuración de etapas del procedimiento para la determinación de una secuencia de capas.

25 La figura 1 y la figura 2 muestran escenarios de aplicación ventajosos para un cristal de gafas según la invención.

En el escenario mostrado en la figura 1, un primer vehículo 11 y un segundo vehículo 12 circulan en dirección opuesta sobre una carretera con un carril respectivo en cada dirección. El vehículo 12 opuesto dispone de un faro, cuyo cono de luz de cruce 13 está formado de tal manera que se evita en gran medida un deslumbramiento del conductor del vehículo 11. Además, el vehículo 12 dispone de un asistente de visión nocturna, cuyo faro de infrarrojos presenta una zona de 14 iluminación-IR 14 claramente más amplia y de esta manera puede posibilitar una visión nocturna mejorada para el conductor del vehículo 12. A tal fin, se puede reproducir una imagen de la zona de iluminación-IR 14, tomada por una cámara infrarroja, sobre una pantalla en el vehículo 12.

35 El conductor del vehículo 11 está expuesto en este caso a pesar de todo a la radiación infrarroja que viene de delante. Especialmente de noche, cuando las pupilas están muy abiertas, de esta manera la radiación que parte desde coches en dirección opuesta puede incidir con técnica de visión nocturna directamente sobre la retina. En el marco de estas condiciones ambientales no se puede excluir una amenaza para los ojos.

40 Como protección frente a tal radiación infrarroja que procede desde delante se puede emplear, por ejemplo, un recubrimiento con acción al menos parcial anti-reflejos o bien reflectante en la zona infrarroja (zona-IR). Una vista esquemática de una forma de realización de un cristal de gafas 20 con acción anti-reflejos en la zona-IR se muestra por ejemplo en la figura 4A. La figura 4B muestra la curva de reflexión 52 correspondiente.

45 En un segundo escenario de aplicación, un primer vehículo 11 y un segundo vehículo 12 están circulando en la misma dirección en carriles paralelos de una carretera de varios carriles 10. En este caso, el conductor del vehículo 11 está expuesto a la radiación infrarroja 14 que viene desde atrás del vehículo 12. Cuando los vehículos 11 y 12 circulan ligeramente desplazados entre sí aproximadamente a la misma velocidad, el conductor del vehículo 11 puede estar expuesto también durante un periodo de tiempo prolongado a la radiación infrarroja que viene inclinada desde atrás. En cambio, se puede limitar la exposición a intervalos de tiempo cortos con respecto a la radiación que viene desde delante –en función de la congestión del tráfico-. Puesto que la radiación infrarroja no está precisamente en la zona visible, de esta manera tampoco se provoca ningún reflejo de protección, como por ejemplo una reducción de la pupila o un reflejo de cierre de los párpados.

55 La figura 3 muestra un cristal de gafas 20 con un sustrato de lente 21 y con un recubrimiento 22 aplicado sobre el sustrato de lente 21. El recubrimiento 22 puede presentar varias capas de material de alta difracción, de baja difracción y opcionalmente de media difracción. El recubrimiento 22 presenta luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento 22, una primera reflexividad de menos de 20%. Para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento 22, el recubrimiento 22 presenta una segunda reflexividad, que está reducida al menos un 10% frente a la primera reflexividad. El recubrimiento 22 puede estar dispuesto sobre una superficie delantera 23 y/o sobre una superficie trasera 24 del sustrato de la lente 21 o bien del cristal de las gafas 20. En el presente ejemplo, el recubrimiento 22 está dispuesto sobre la superficie delantera 23.

En el escenario mostrado en la figura 1 y en la figura 3, la luz incidente incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  ( $\pm 15^\circ$ ) con respecto a la perpendicular del cristal de las gafas 20 sobre la superficie delantera 23. La luz que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  se designa con el signo de referencia 41. Una primera parte 42 de la radiación incidente 41 pasa a través del cristal de las gafas 20 con el recubrimiento 22. Una segunda parte 43 de la radiación incidente 41 se refleja en el recubrimiento 22 del cristal de las gafas 20.

Puesto que el recubrimiento 22 propuesto para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento, presenta una primera reflexividad de al menos 20% y, por lo tanto, prepara una acción anti-reflectante al menos parcial, una porción más reducida de la luz infrarroja que incide desde delante llega al ojo, de manera que se prepara una acción de protección en la zona infrarroja. Como se ha descrito anteriormente, la exposición con respecto a la radiación que procede desde delante – en función de la congestión del tráfico – puede estar limitada a intervalos de tiempo cortos, de manera que ya una reflexividad de  $\geq 20\%$  puede desplegar una acción de protección.

La figura 3 muestra, además, radiación infrarroja 45 que incide inclinada desde atrás, por ejemplo bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre la superficie trasera 24 o bien la superficie delantera 23 del cristal de las gafas 20. Una primera parte 46 de la radiación 45 que incide inclinada desde atrás pasa a través del cristal de las gafas 20 con el recubrimiento 22. Una segunda parte 47 de la radiación 45 que incide inclinada desde atrás es reflejada en el recubrimiento 22 del cristal de las gafas 20.

Para el caso de que sólo esté presente radiación 41 que entra desde delante bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , el filtro o espejo de infrarrojos mencionado en la publicación US 2015/0146161 A1 ofrecería una acción de protección efectiva. De manera correspondiente, para el caso de radiación 45 que incide solo inclinada desde atrás, la capa anti-reflectante conocida a partir de la publicación US 2015/0241602 ofrecería en la zona infrarroja una protección efectiva, puesto que la radiación pasaría casi totalmente a través del cristal de las gafas.

Sin embargo, una combinación de las enseñanzas de estas publicaciones no ofrece el efecto deseado, puesto que cuando sobre el lado trasero 24 está previsto el tratamiento anti-reflejos conocido a partir del documento US 9.291.746 B2 y sobre la superficie delantera 23 está previsto el tratamiento-IR conocido a partir del documento US 2015/0146161 A1, la radiación 45 que incide inclinada desde atrás pasaría sin impedimentos, en efecto, a través de la superficie trasera 24, pero se reflejarían en la superficie delantera 23 con el espejo de infrarrojos y penetraría en el ojo 30 del usuario. Esto es especialmente problemático para el caso de aplicación mostrado en la figura 2, cuando los dos vehículos circulan aproximadamente a la misma velocidad ligeramente desplazados entre sí durante un periodo de tiempo prolongado, puesto que aquí puede aparecer una exposición a los rayos durante un periodo de tiempo más largo.

Normalmente, el recubrimiento de un cristal de gafas presenta una pluralidad de capas de baja difracción y de alta difracción sucesivas alterna con espesor exactamente predeterminado. Especialmente en cristales de gafas de alta difracción es ventajoso tal tratamiento anti-reflejos de banda ancha para reducir reflexiones perturbadoras y, además, para posibilitar una transmisión muy buena. Normalmente en este caso están previstas varias capas de alta difracción, que junto con las capas de baja difracción proporcionan el tratamiento anti-reflejos deseado. En este caso, el espesor total de las capas de alta difracción es, por ejemplo, aproximadamente de 20 nm a 500 nm, especialmente está entre 100 nm y 400 nm, especialmente entre 150 nm y 300 nm. Con preferencia de esta manera se prepara un cristal de gafas con buenas propiedades anti-reflejos en la zona visible, que posibilita, además, una función de protección mejorada en la zona espectral infrarroja.

La figura 4A muestra un ejemplo de un cristal de gafas 20, que presenta una acción anti-reflejos en la zona infrarroja. El cristal de gafas 20 presenta un sustrato de lente 21 transparente en la zona espectral visible, que está fabricado, por ejemplo, de un plástico. Este sustrato de lente 21 está provisto con un recubrimiento 22, presentando el recubrimiento 22 una secuencia de capas 25 con varias capas. El recubrimiento 22 descansa en este caso sobre el sustrato de lente 21.

La figura 4B muestra una curva reflexiva o bien curva de reflexión del cristal de gafas 20 representado esquemáticamente en la figura 4A. Sobre el eje horizontal se indica la longitud de ondas  $\lambda$  en nm, en cambio sobre el eje vertical se indica el coeficiente de reflexión R en porcentaje.

La curva inferior 51 muestra la reflexividad frente a la longitud de onda para un recubrimiento anti-reflexión convencional. En cambio, el cristal de gafas 20 mostrado en la figura 4A presenta la curva de reflexión 52 con acción anti-reflexión o bien reflectante claramente elevada en la zona de longitudes de ondas infrarrojas próximas  $R > 40\%$  en la zona de 840 nm a 1300 nm o bien  $R > 20\%$  en la zona de 750 nm a 1500 nm. El cristal de gafas 20 mostrado en la figura 4A presenta en este caso, además, un tratamiento anti-reflejos de banda ancha efectivo en la zona visible de longitudes de ondas con reflejo residual azul.

La figura 5A muestra una forma de realización de un cristal de gafas 20. El cristal de gafas 20 presenta un sustrato

de lente 21 transparente en la zona espectral visible, que está fabricado, por ejemplo, de un plástico. Este sustrato de lente 21 está provisto con un recubrimiento 22, presentando el recubrimiento 22 una secuencia de capas 25 con varias capas. El recubrimiento 22 descansa en este caso sobre el sustrato de lente 21. El recubrimiento presenta con un ángulo de incidencia de 0° una reflexividad de al menos 20% con una longitud de onda  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima y presenta con un ángulo de incidencia de 35° una reflexividad reducida en al menos 10% frente al ángulo de incidencia de 0° a la longitud de ondas  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima.

La secuencia de capas 25 presenta, por lo demás, una secuencia de capas de alta difracción 26 y de capas de baja difracción 27. Una capa de alta difracción 26 puede estar constituida de un material de alta difracción, cuyo índice de difracción está claramente por encima del índice del material de sustrato 21. En el presente ejemplo de aplicación se ha utilizado a tal fin dióxido de titanio  $TiO_2$ . Las capas de baja difracción 27 pueden estar constituidas de un material de baja difracción, cuyo índice de difracción puede estar por debajo del índice del material de sustrato. En el presente ejemplo de realización se ha utilizado a tal fin dióxido de silicio  $SiO_2$ . En general, se aplica que cuantas más capas existente, más efectivo puede ser el recubrimiento anti-reflejos o bien el efecto reflectante. No obstante, el gasto y la complejidad del proceso de fabricación se incrementan con el número de las capas contenidas.

Además, la acción del sistema de capas puede perder más flexibilidad a través de la adición de un tercer componente con índice de difracción medio, por ejemplo entre el del material de alta difracción 26 y el del material de baja difracción 27. En el presente ejemplo, puede estar previsto a tal fin  $ZrO_2$  como otra capa 28. Además, en el material de sustrato 21 puede estar prevista una laca dura o bien capa dura (HC).

La capa de laca dura 29 dentro del recubrimiento 22 añade la función de que la capa de laca dura 29 sirve como compensación de la tensión entre las capas inorgánicas anti-reflejos 26, 27, 28. Las capas inorgánicas anti-reflejos 26, 27, 28 presentan normalmente un coeficiente de dilatación térmica relativamente reducido, en cambio, al sustrato de lente 21 fabricado de un plástico orgánico corresponde un coeficiente de dilatación térmica alto. Además, el lado de la capa de laca dura 29 alejado del sustrato de lente 21 puede configurar una superficie con buena resistencia adhesiva para otras capas de recubrimiento 26, 27, 28.

En el ejemplo de realización mostrado en la figura 5A se prepara sobre el sustrato de lente 21 en primer lugar una capa de laca dura 29 con un espesor de 1 a 10  $\mu m$ , por ejemplo 3  $\mu m$ . Sobre la capa de laca dura 29 se dispone en primer lugar una capa 26' de óxido de titanio con un espesor de 15,6 nm. Sobre ésta se dispone de nuevo una capa 27' de óxido de silicio con un espesor de 22 nm. Sobre ésta se dispone una segunda capa de titanio con un espesor de 95,6 nm, sobre la que se dispone de nuevo una segunda capa de óxido de titanio con un espesor de 17,3 nm. Sobre ésta sigue entonces una tercera capa de óxido de titanio con un espesor de 16,8 nm así como otra capa de óxido de silicio con un espesor de 204,2 nm. Una ventaja de este espesor de capa es que dentro de la secuencia de capas dieléctricas 25 se puede preparar de nuevo una estabilidad mecánica elevada. Sigue una capa de óxido de circonio con un espesor de 17,4 nm, otra capa de óxido de titanio con un espesor de 194,8 nm así como otra capa de óxido de circonio con un espesor de 11,1 nm así como una capa de alta difracción de cierre de óxido de titanio con un espesor de 74,7 nm.

La figura 5B muestra una primera curva de reflexión 52 con un ángulo de incidencia de 0° y una segunda curva de reflexión 53 con un ángulo de incidencia de 35° para el cristal de gafas 20 mostrado en la figura 5A. En este caso, el cristal de gafas 20 mostrado en la figura 5A presenta un tratamiento anti-reflejos efectivo de banda ancha en la zona visible de longitudes de onda con reflexión residual azul, en donde la reflexión residual es opcional en la zona azul. El recubrimiento ofrece, además, una reflexividad clara elevada o bien una acción anti-reflejos en la zona de longitudes de onda infrarroja próxima  $R > 30\%$  para 860 a 1.050 nm.

Además, el recubrimiento ofrece una diferencia lo más alta posible (diferencia grande) entre la reflexión a 0° y 35° para una longitud de onda de 900 nm a 1.200 nm, como se deduce a partir de la diferencia de las curvas 52 y 53 en la figura 5B. En una zona de longitudes de onda 54 se prepara con un ángulo de incidencia de 0° una reflexividad de al menos 20% y adicionalmente la reflexividad con un ángulo de incidencia de 35° está al menos 10% absoluto o bien al menos 25% relativo por debajo de la reflexividad con un ángulo de incidencia de 0°. En este caso, en el presente ejemplo en el límite derecho de la zona 54 es decisivo el criterio de la reflexividad de al menos 20 % con un ángulo de incidencia de 0°, en cambio en el borde derecho de la zona 54, es decisiva la diferencia mínima con un ángulo de incidencia de 0° y con un ángulo de incidencia de 35°. En el presente ejemplo, el cristal de gafas 20 con el recubrimiento 22 sobre una zona de longitudes de onda 54, que comprende una longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , presenta frente al ángulo de incidencia de 0° una reflexividad absoluta reducida en al menos 10%.

En la zona 54 se garantiza de esta manera una acción de protección suficiente en el caso de radiación 41 que incide desde delante y, además, asegura que el recubrimiento deja pasar una porción suficiente de la radiación 45 que incide desde atrás a través del cristal de gafas 20 y de esta manera impide una retro-reflexión en el ojo.

Según la figura 6A y la figura 6B se prepara otro ejemplo de realización de un cristal de gafas 20. El cristal de gafas 20 propuesto allí ofrece un tratamiento anti-reflejos efectivo de banda ancha en la zona visible de longitudes de onda

con una reflexión residual azul. Además, se prepara una reflexividad claramente elevada en la zona de longitudes de onda infrarroja próxima  $R > 30\%$  para 800 nm a 1.150 nm. Además, se prepara una diferencia lo más grande posible (diferencia grande) entre la reflexividad a  $0^\circ$  y  $35^\circ$ , respectivamente, para la zona de longitudes de onda de 1.000 nm a 1.300 nm. En una zona de longitudes de onda 54 se prepara de nuevo una reflexividad de al menos 20 %. El cristal de gafas 20 presenta sobre otra zona de longitudes de onda 54, que comprende otra longitud de ondas  $\lambda_{\text{NIR}}$ , frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , una reflexividad absoluta reducida en al menos un 10%.

También el cristal de gafas 20 mostrado en la figura 6A y en la figura 6B tiene un recubrimiento 22, que presenta la siguiente secuencia de capas 25: una primera capa de  $\text{TiO}_2$  26', seguida por una primera capa de  $\text{SiO}_2$  27', seguida por una segunda capa de  $\text{TiO}_2$  26'', seguida por una segunda capa de  $\text{SiO}_2$  27'', seguida por una tercera capa  $\text{TiO}_2$  26''', seguida por una tercera capa de  $\text{SiO}_2$  267'', seguida por una primera capa de  $\text{ZrO}_2$  28', seguida por una cuarta capa de  $\text{TiO}_2$  26'''' , seguida por una segunda capa de  $\text{ZrO}_2$  28'', seguida por una quinta capa de  $\text{TiO}_2$  26'''''. En este caso, entre el sustrato de la lente 21 y la primera capa de  $\text{TiO}_2$  26' puede estar prevista una capa de laca dura 29. Los espesores de las capas se deducen a partir de la figura 6A.

La figura 7A y la figura 7B muestran otro ejemplo de realización de un cristal de gafas 20 para otra zona de longitudes de onda 54. El cristal de gafas propuesto allí ofrece un tratamiento anti-reflejos efectivo de banda ancha en la zona de longitudes de onda visible con reflejo residual azul. Además, se prepara una reflexividad claramente elevada en la zona de longitudes de onda infrarroja próxima  $R > 30\%$  para 850 nm a 1.250 nm. Además, se prepara una diferencia lo más grande posible (diferencia grande) entre la reflexividad a  $0^\circ$  y  $35^\circ$ , respectivamente, para la zona de longitudes de onda de 1.100 nm a 1.400 nm.

Se entiende que la zona de longitudes de onda deseada así como la acción reflectante deseada con una longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  y la reducción deseada de la reflexividad con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  con la longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima se puede modificar a través de la modificación de los espesores de capa. En este caso, los espesores de capa y/o las secuencias de caja deseadas de materiales de diferentes índices de refracción se pueden calcular a través de simulaciones implementados por ordenador. Cuanto menor es la zona a proteger, tanto más efectivamente se puede maximizar la diferencia.

Un diseño de una estructura de capas se puede realizar como sigue. En primer lugar se pueden seleccionar un material de sustrato así como materiales de capas potenciales. Con preferencia, se seleccionan en este caso materiales, que se emplean en otros productos o bien recubrimientos. Una ventaja es una fabricación eficiente. Para el material de sustrato y los materiales de capas se prepara el índice de refracción  $n(\lambda) = n_{\text{real}}(\lambda) + i \cdot k(\lambda)$  como función de la longitud de onda  $\lambda$  sobre la zona de longitudes de onda, que se desea para el cristal de gafas. Por ejemplo, sobre una zona de luz-UV sobre la zona visible hasta la zona infrarroja (próxima), por ejemplo de 280 nm a 1500 nm. En este caso,  $n_{\text{real}}(\lambda)$  es el índice de refracción real y  $k(\lambda)$  es el coeficiente de extinción. Además, se preparan como condiciones marginales uno o varios requerimientos espectrales, por ejemplo (1) acción anti-reflexiva efectiva en la zona visible, por ejemplo una transmisión en la zona de longitudes de onda de 400 nm a 700 nm  $\geq 95\%$ ; (2) una reflexividad  $R \geq 20\%$  (con preferencia  $\geq 30\%$ ,  $\geq 40\%$ ) para un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  de ángulo con una longitud de ondas  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima, con preferencia sobre una zona de longitudes de onda predeterminada; (3) con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  una reflexividad reducida en al menos 10% frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  con una longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$  en la zona infrarroja próxima; (4) opcionalmente otras condiciones marginales en la zona espectral-UV o zona espectral azul de onda corta. Sobre esta base se pueden iniciar las simulaciones con una estructura de capas lo más sencilla posible, que no cumple todavía, dado el caso, los múltiples requerimientos. A continuación se pueden añadir y ensayar en la estructura de capas iterativamente otras cosas, si se cumplen los requerimientos espectrales. A través de la adición de una o varias capas o bien a través de la variación de uno o varios espesores de capa en la estructura de capas, por ejemplo a través de simulaciones de ensayo-y-error, se puede conseguir una coincidencia entre los requerimientos espectrales y el resultado alcanzado de la simulación. A continuación se describe un procedimiento ejemplar con referencia a la figura 11. Se entiende que la estructura de capas final no debería ser demasiado compleja para condiciones de producción estables. En el caso de varias soluciones posibles se selecciona con preferencia aquella estructura de capas que se puede fabricar mejor.

En este caso, la zona de longitudes de onda dentro del espectro infrarrojo, para que debe protegerse especialmente el ojo, se puede establecer de forma variable. Esto es especialmente conveniente cuando se identifica una zona de longitudes de onda, en la que el ojo reacciona de manera especialmente sensible a luz-IR incidente o cuando existe una aplicación determinada en la que puede incidir especialmente mucha luz de una longitud de onda determinada o de una zona de longitudes de onda determinada sobre el cristal de gafas. Si se clasifica, por ejemplo, la zona entre 900 nm y 1200 nm como especialmente crítica, entonces a través de una adaptación correspondiente del diseño de la capa se puede maximizar exactamente en esta zona la diferencia entre reflexión a  $0^\circ$  y a  $35^\circ$  ( $30^\circ$ - $45^\circ$ ). Para esta zona se ha conseguido en el ejemplo de realización según las figuras 5A y B una reducción media (relativa) de la reflexión inclinada de aproximadamente 50% frente a la reflexión vertical. En los ejemplos de realización según las figuras 6A y B y las figuras 7A y B se ha desplazado la zona a optimizar de 900-1200nm (figuras 5A, B) a 1000-

1300nm (figuras 6A, B) o bien 1100-1400nm (figuras 7A, B).

Con preferencia, un cristal de gafas puede presentar según la publicación propuesta, además, recubrimientos adicionales opcionalmente sobre la superficie delantera 23 o la superficie trasera 24.

En este contexto, la figura 8 muestra una curva de reflexión y un tratamiento anti-reflejos ventajoso, que puede estar previsto con preferencia sobre la superficie trasera 24, para ofrecer protección adicional contra luz azul de alta energía o de onda corta. También el recubrimiento mostrado en la figura 8 ofrece un tratamiento anti-reflejos efectivo de banda ancha en la zona visible de longitudes de onda con reflexión residual azul. La curva 52 muestra la reflexividad con un ángulo de incidencia de 0°, en cambio la curva 53 indica la reflexividad con un ángulo de incidencia de 35°. La Tabla siguiente muestra la estructura de capas del recubrimiento según la figura 8.

TABLA 1

Capa	Espesor (nm)
HC	3.000,0
ZrO <sub>2</sub>	18,7
SiO <sub>2</sub>	30,09
ZrO <sub>3</sub>	86,7
TiO <sub>2</sub>	8,0
ZrO <sub>2</sub>	44,5
ITO	3,0
SiO <sub>2</sub>	85,7

La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 60 especialmente implementado por ordenador para el diseño de un cristal de gafas 20. El cristal de gafas 20 presenta un sustrato de lente 21 y una secuencia de capas 25 que forma un recubrimiento 22 aplicado sobre el sustrato de lente con una secuencia de capas 25 que forma el recubrimiento 22.

En el presente ejemplo, en una primera etapa S61 se selecciona un sustrato de lente 21. El sustrato de lente puede preparar una acción dióptrica y/y óptica prismática deseada.

En una segunda etapa S62 se determina una secuencia de capas 25, en la que la determinación de la secuencia de capas 25 se realiza con la salvedad de que el recubrimiento 22 presenta para luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de 0° sobre el recubrimiento 22, una primera reflexividad de al menos 20% y para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de 35° sobre el recubrimiento 22, una segunda reflexividad, que está reducida en al menos un 10% frente a la primera reflexividad. A continuación se describen secuencias de capas 25 ejemplares.

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 70 para la fabricación de un cristal de gafas 20. El cristal de gafas 20 presenta un sustrato de lente 21 y un recubrimiento 22 aplicado sobre el sustrato de lente con una secuencia de capas 25 que forma el recubrimiento 22.

En una primera etapa S71 se prepara un sustrato de lente 21. El sustrato de lente puede preparar una acción dióptrica y/u óptica prismática deseada.

En una segunda etapa S72 se aplica la secuencia de capas 25, en donde la aplicación de la secuencia de capas 25 se realiza con la salvedad de que el recubrimiento 22 presenta para la luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de 0° sobre el recubrimiento 22, una primera reflexividad de al menos 20% y para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de 35° sobre el recubrimiento 22, una segunda reflexividad, que está reducida en al menos un 10 % frente a la primera reflexividad. Secuencias de capas ejemplares 25 se describen a continuación. Las capas individuales de la secuencia de capas 25 se aplican en etapas parciales siguientes. Secuencias de capas 25 ejemplares se publican en los ejemplos de realización mencionados anteriormente, que cumplen la salvedad. Secuencias de capas alternativas se pueden obtener especialmente según los procedimientos implementados por ordenador mencionados anteriormente para el diseño de un cristal de gafas 20 y se pueden aplicar de manera correspondiente sobre el sustrato de la lente 21.

La figura 11 muestra un diagrama de flujo 80 ejemplar de etapas del procedimiento para la determinación de una secuencia de capas 25, como se pueden emplear por ejemplo en un procedimiento 60 especialmente implementado por ordenador para el diseño de un cristal de gafas 20, como se muestra en la figura 9. Las etapas del procedimiento del diagrama de flujo 80 se explican en la figura 11.

En una primera etapa S81 se preparan parámetros que describen una primera secuencia de capas 25 de un recubrimiento 22.

5 En una segunda etapa S82 se prepara un primer valor límite que representa la primera reflexividad, por ejemplo de al menos 20%.

En una tercera etapa S83 se determina la reflexividad del recubrimiento 22 para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento 22.

10 En una cuarta etapa S84 se compara la reflexividad determinada o bien medida en la etapa S83 con el primer valor límite.

15 Para el caso de que durante la comparación en la etapa S84 no determine que no se excede el primer valor límite a través de la reflexividad determinada en la etapa S83, se modifican en la etapa S85 los parámetros que describen la primera secuencia de capas 25. A continuación se realizan de nuevo las etapas S83 y S84. De esta manera se trata de un procedimiento iterativo para la determinación de un recubrimiento 22 con una secuencia de capas 25, que presenta la reflexividad deseada.

20 Para el caso de que durante la comparación en la etapa S84 se determine un exceso del primer valor límite a través de la reflexividad determinada en la etapa S83, se determina en la etapa S86 la reflexividad del recubrimiento 22 para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento 22.

25 En la etapa S87 siguiente, se compara la reflexividad determinada en la etapa S86 con la reflexividad determinada en la etapa S83.

30 Para el caso de que en la comparación en la etapa S87 no se alcanza la reflexividad determinada o bien medida en la etapa S83 por la reflexividad determinada o bien medida en la etapa S86 en más del 10%, se modifican en la etapa S88 los parámetros que describen la primera secuencia de capas 25.

35 Para el caso de que en la comparación en la etapa S87 no se alcanza la reflexividad determinada o bien medida en la etapa S83 por la reflexividad determinada o bien medida en la etapa S86 en más del 10%, se emiten los parámetros que describen en la etapa S89 de la primera secuencia de capas como los parámetros que describen la secuencia de capas 25 del recubrimiento 22.

40 La figura 12 muestra una modificación del diagrama de flujo 80 ejemplar de etapas del procedimiento para la determinación de una secuencia de capas 25 de la figura 11. Las etapas del procedimiento se pueden desarrollar en otra secuencia de serie y/o en paralelo, en tanto que no dependen unas de las otras. En el diagrama de flujo mostrado en la figura 12, la determinación o bien la medición de la reflexividad del recubrimiento 22 para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento 22, se realiza según la etapa S86 ahora antes de la comparación según la etapa S84. En particular, las etapas S83 y S86 se pueden realizar también en paralelo.

45 En resumen, con las soluciones propuestas aquí se puede conseguir especialmente una acción de protección mejorada de los ojos en la zona espectral infrarroja.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Cristal de gafas (20) con un sustrato de lente (21) y con un recubrimiento (22) aplicado sobre el sustrato de lente, en donde el recubrimiento (22) presenta para luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento, una primera reflexividad de al menos 20%, caracterizado por que el recubrimiento para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento, una segunda reflexividad, que está reducida absoluta en al menos 10% frente a la primera reflexividad.
- 10 2. Cristal de gafas según la reivindicación 1, caracterizado por una transmisión media en una zona de longitudes de ondas visibles de 400 nm a 700 nm y con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  de al menos 95 % o de al menos 98 %.
- 15 3. Cristal de gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la longitud de ondas  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima está en una zona de longitudes de ondas del grupo de las zonas de longitudes de ondas de 780 nm a 1500 nm, de 800 nm a 1200 nm y de 850 nm a 1100 nm.
- 20 4. Cristal de gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recubrimiento (22) presenta sobre una zona de longitudes de ondas, que comprende la longitud de ondas  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima, frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  una reflexividad reducida en al menos un 10%.
- 25 5. Cristal de gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recubrimiento (22) presenta con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  una reflexividad del grupo de reflexividades de al menos 25 %, de la menos 30%, de al menos 40% y de al menos 50% en la longitud de onda  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima.
- 30 6. Cristal de gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recubrimiento (22) presenta con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  una reflexividad reducida frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  al menos en un factor del grupo de 15%, 20%, 25% y 30% a la longitud de onda  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima.
- 35 7. Cristal de gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recubrimiento (22) presenta sobre una zona de ángulo de incidencia de  $30^\circ$  a  $45^\circ$  una reflexividad reducida en al menos un 10% frente al ángulo de incidencia de  $0^\circ$  con una longitud de onda  $\lambda_{NIR}$  en la zona infrarroja próxima.
- 40 8. Cristal de gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sustrato de lente (21) presenta una superficie delantera (23) y una superficie trasera (24) y el recubrimiento (22) se aplica sobre la superficie delantera del sustrato de lente (21).
- 45 9. Cristal de gafas según la reivindicación 8, caracterizado por que el sustrato de lentes (21) presenta, además, un agente de absorción-IR.
- 50 10. Cristal de gafas según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado por que, además, se aplica un recubrimiento (22) según una de las reivindicaciones anteriores sobre la superficie trasera (24) del sustrato de lente (21).
- 55 11. Cristal de gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sustrato de lente (21) presenta una superficie delantera (22) y una superficie trasera (24), en donde la superficie trasera presenta una capa anti-reflejos para al menos una zona de un grupo de luz visible, luz-IR y luz-UV y/o la superficie delantera presenta un recubrimiento reflectante para al menos una zona de un grupo de luz-UV y luz azul de onda corta.
- 60 12. Procedimiento implementado por ordenador (60) para el diseño de un cristal de gafas (20) con un sustrato de lente (21) y con un recubrimiento (22) aplicado sobre el sustrato de lente (21) con una secuencia de capas (25) que forman el recubrimiento (22), en donde el procedimiento presenta la siguiente etapa:
- Determinar la secuencia de capas (25), siendo realizada la determinación de la secuencia de capas (25) con la salvedad de que el recubrimiento (22) presente una primera reflexividad de al menos 20% para luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento (22) y presenta para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento (22), una segunda reflexividad, que está reducida al menos un 10% frente a la primera reflexividad.
- 60 13. Procedimiento implementado por ordenador para el diseño de un cristal de gafas (20) según la reivindicación 12, caracterizado por que la determinación de la secuencia de capas (25) presenta las siguientes etapas:
- a) preparación de parámetros (S81) que describen una primera secuencia (25) de capas de un recubrimiento (22);

- b) preparación de un primer valor límite, que representa la primera reflexividad, de al menos 20% (S82);  
 c) determinación de la reflexividad del recubrimiento (22) para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento (22) (S83);  
 5 d) comparación de la reflexividad determinada en la etapa c) con el primer valor límite (S84);  
 e1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa d) no se determine ningún exceso del primer valor límite a través de la reflexividad determinada en la etapa c):
- f1) modificación de los parámetros (S85) que describen la primera secuencia de capas (25)  
 g1) realización de las etapas c) a d);  
 10 e2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa d) se determine un exceso del primer valor límite:
- f2) determinación de la reflexividad del recubrimiento (22) para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento (22) (S86);  
 15 g2) comparación de la reflexividad determinada en la etapa f2) con la reflexividad determinada en la etapa c) (S87);  
 h2.1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa f2) en más del  
 20 10%:
- i2.1) modificación de los parámetros (S88) que describen la primera secuencia de capas (25) y  
 j2.1) realización de las etapas c) a d);  
 25 h2.2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa f2) en más del 10%:  
 k2.2) emisión de los parámetros que describen la primera secuencia de capas (25) como los parámetros que describen la secuencia de capas (25) del recubrimiento (22) (S89).  
 30
14. Procedimiento implementado por ordenador (60) para el diseño de un cristal de gafas (20) según la reivindicación 12, caracterizado por que la determinación de la secuencia de capas (25) presenta las siguientes etapas:
- 35 a) preparación de parámetros que describen una primera secuencia de capas (25) de un recubrimiento (22) (S81);  
 b) preparación de un primer valor límite, que representa la primera reflexividad, de al menos 20% (S82);  
 c) determinación de la reflexividad del recubrimiento (22) para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento (22) (S83);  
 40 d) determinación de la reflexividad del recubrimiento (22) para luz infrarroja próxima de la primera longitud de onda  $\lambda_{\text{NIR}}$ , que incide bajo el ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento (22) (S86);  
 e) comparación de la reflexividad determinada en la etapa c) con el primer valor límite (S84);  
 f1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa e) se determine que no se alcanza el primer valor límite a través de la reflexividad determinada en la etapa c):  
 45 g1) modificación de los parámetros que describen la primera secuencia de capas (25) (S85) y  
 h1) realización de las etapas c) a e);
- f2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa e) se determine que se excede el primer valor límite:  
 50 g2) comparación de la reflexividad determinada en la etapa d) con la reflexividad determinada en la etapa c) (S87);  
 h2.1) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa d) en más del 10%:  
 55 i2.1) modificación de los parámetros que describen la primera secuencia de capas (25) (S88) y  
 j2.1) realización de las etapas c) a e);
- 60 h2.2) para el caso de que en la comparación realizada en la etapa g2) se determine que no se alcanza la reflexividad determinada en la etapa c) por la reflexividad determinada en la etapa d) en más del 10%:  
 k2.2) emisión de los parámetros que describen la primera secuencia de capas (25) como los parámetros que describen la secuencia de capas (25) del recubrimiento (22) (S89).

15.- Procedimiento (70) para la fabricación de un cristal de gafas (20) con un sustrato de lente (21) y con un recubrimiento (22) aplicado sobre el sustrato de lente con una secuencia de capas (25) que forma el recubrimiento (22), en donde el procedimiento presenta las siguientes etapas:

- 5
- preparar un sustrato de lente (21);
  - aplicar una secuencia de capas (25) sobre el sustrato de lente (21), en donde la aplicación de la secuencia de capas (25) se realiza con la salvedad de que el recubrimiento (22) presente una primera reflexividad de al menos 20% para luz infrarroja próxima de una primera longitud de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $0^\circ$  sobre el recubrimiento (22) y presente para luz infrarroja próxima de la primera longitud
- 10
- de onda  $\lambda_{NIR}$ , que incide bajo un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  sobre el recubrimiento (22), una segunda reflexividad, que está reducida al menos un 10% frente a la primera reflexividad.

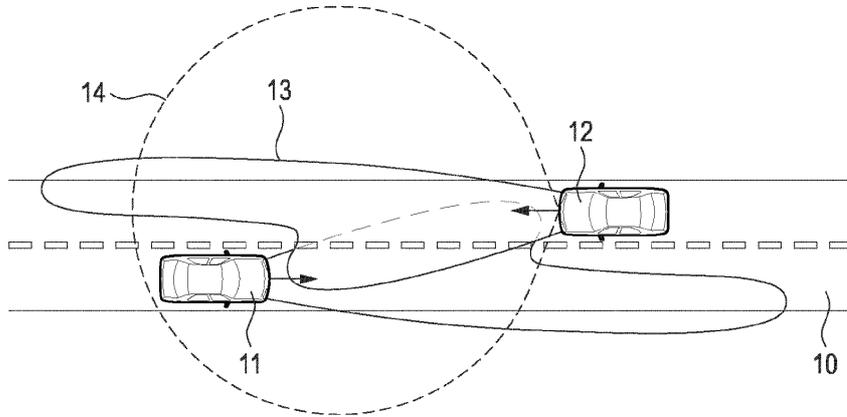


Fig. 1

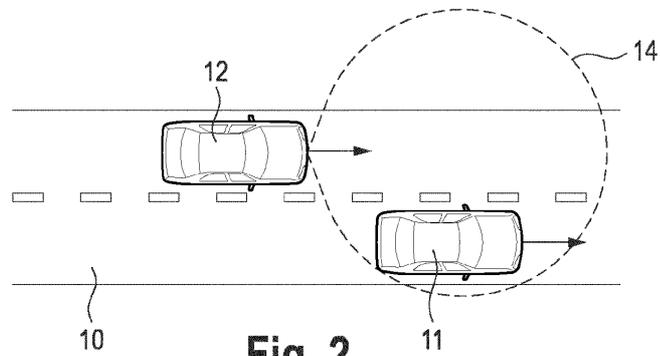


Fig. 2

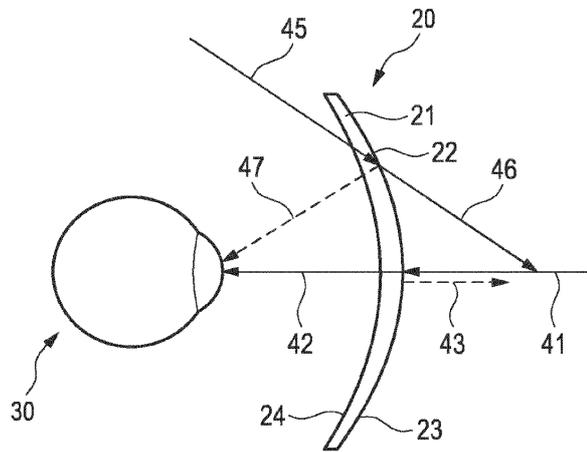


Fig. 3

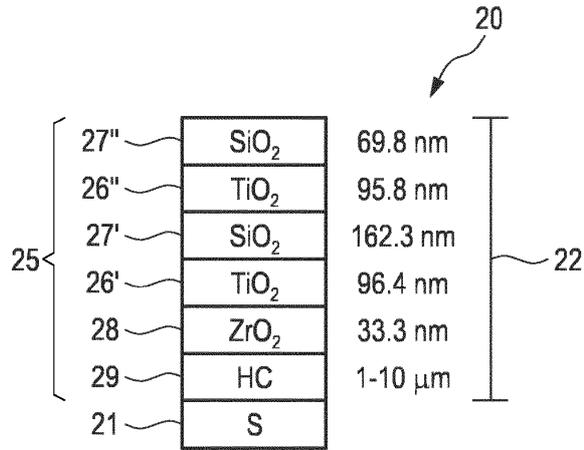


Fig. 4A

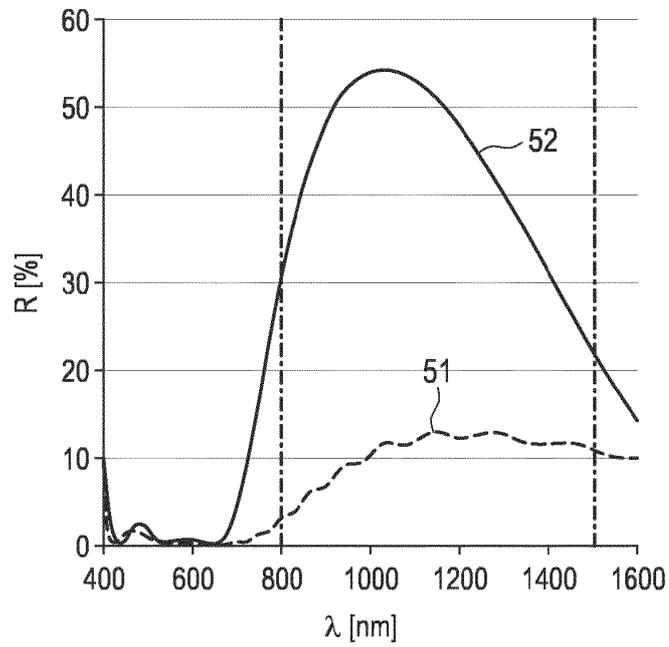
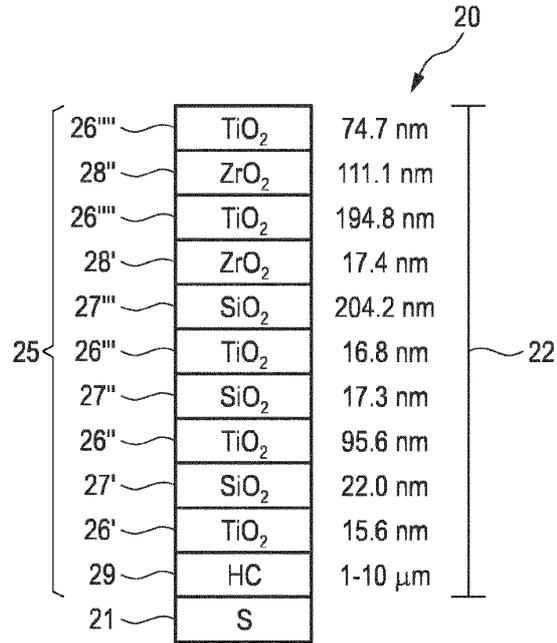
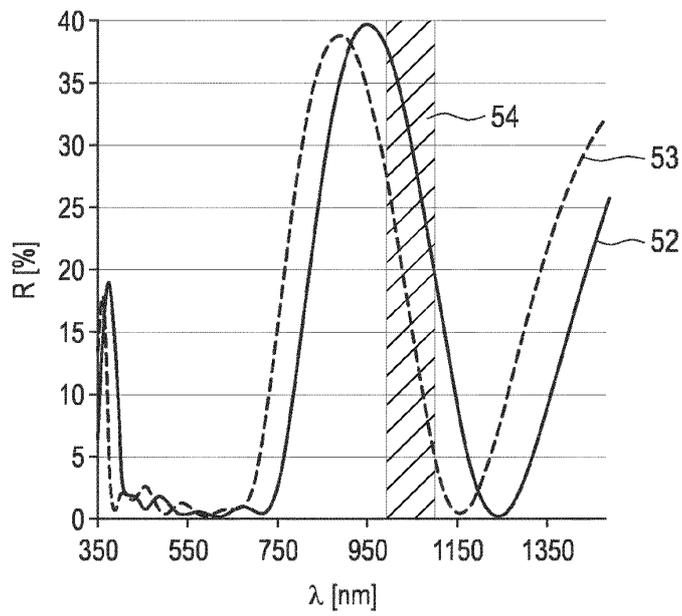


Fig. 4B



**Fig. 5A**



**Fig. 5B**

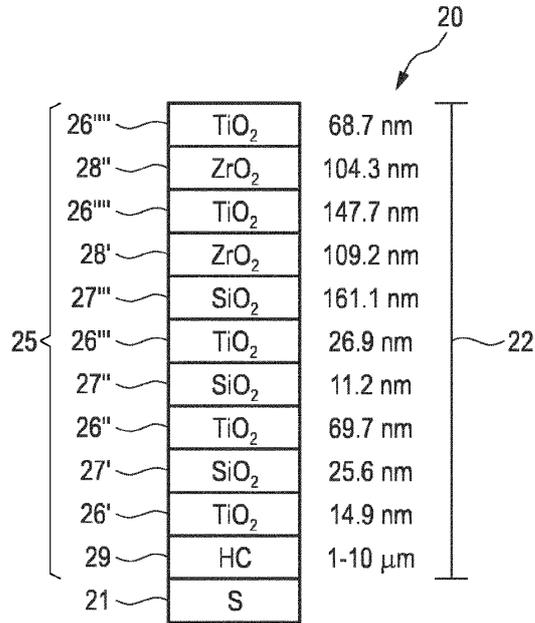


Fig. 6A

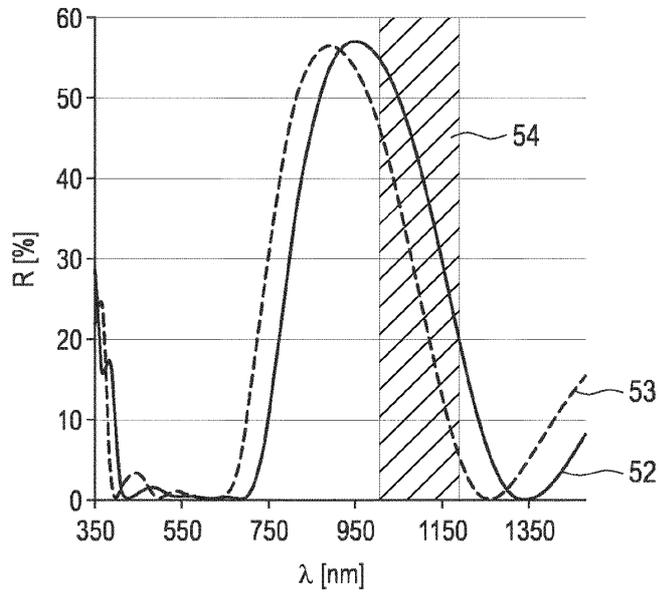


Fig. 6B

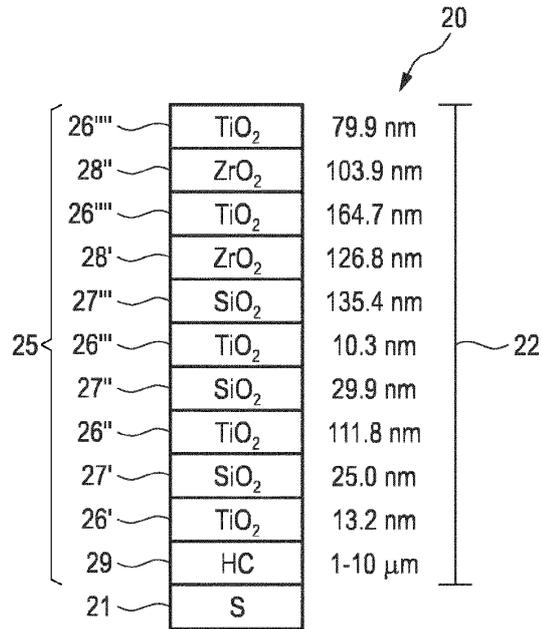


Fig. 7A

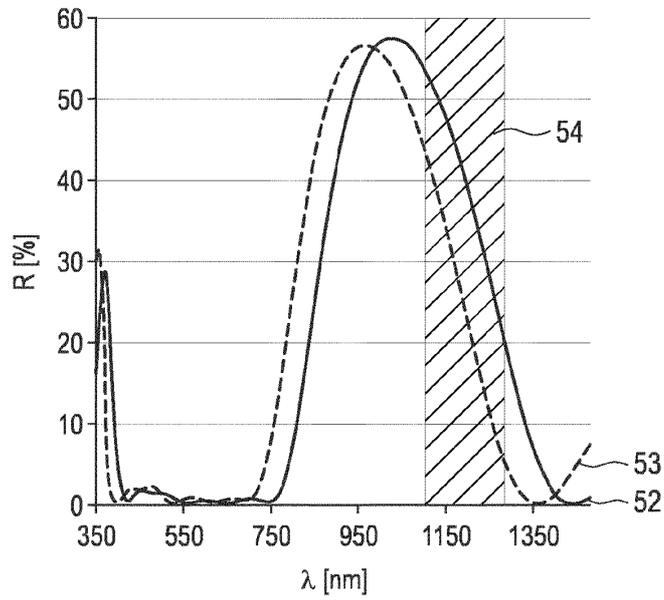
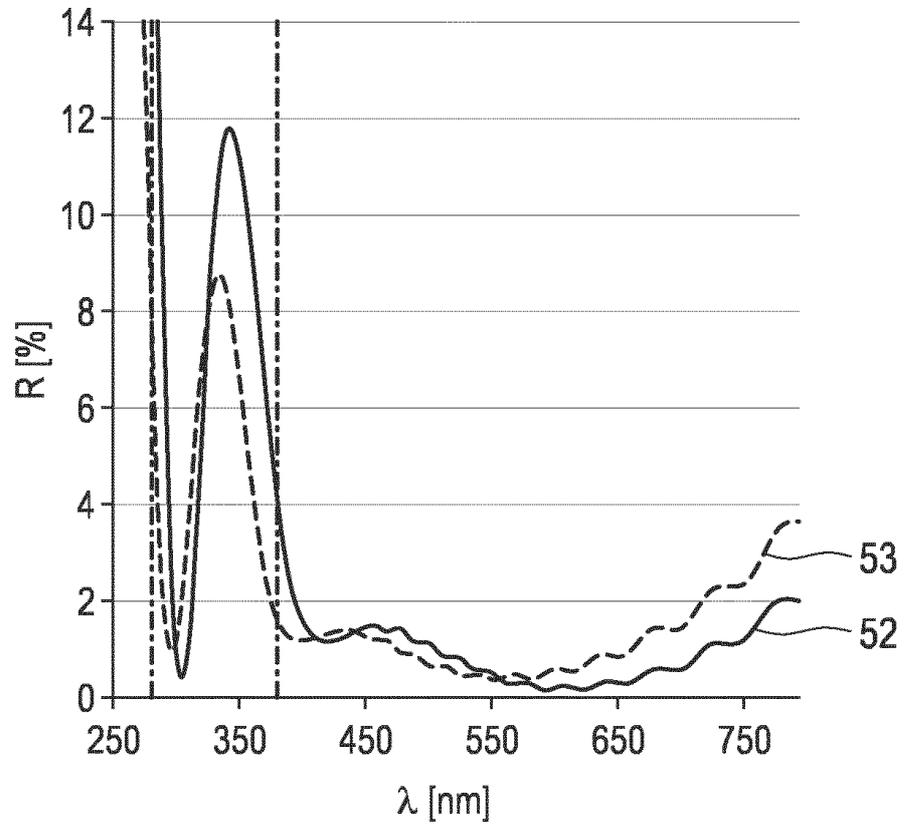
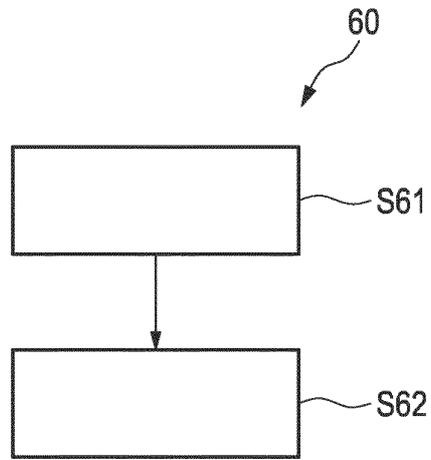


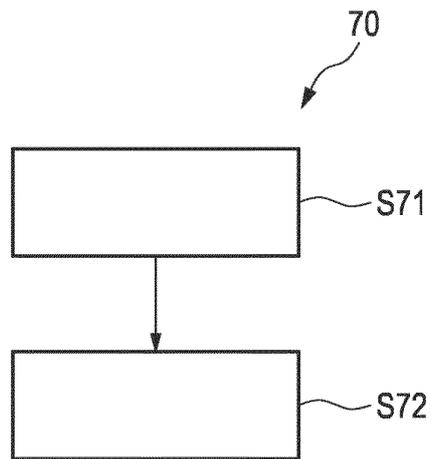
Fig. 7B



**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**

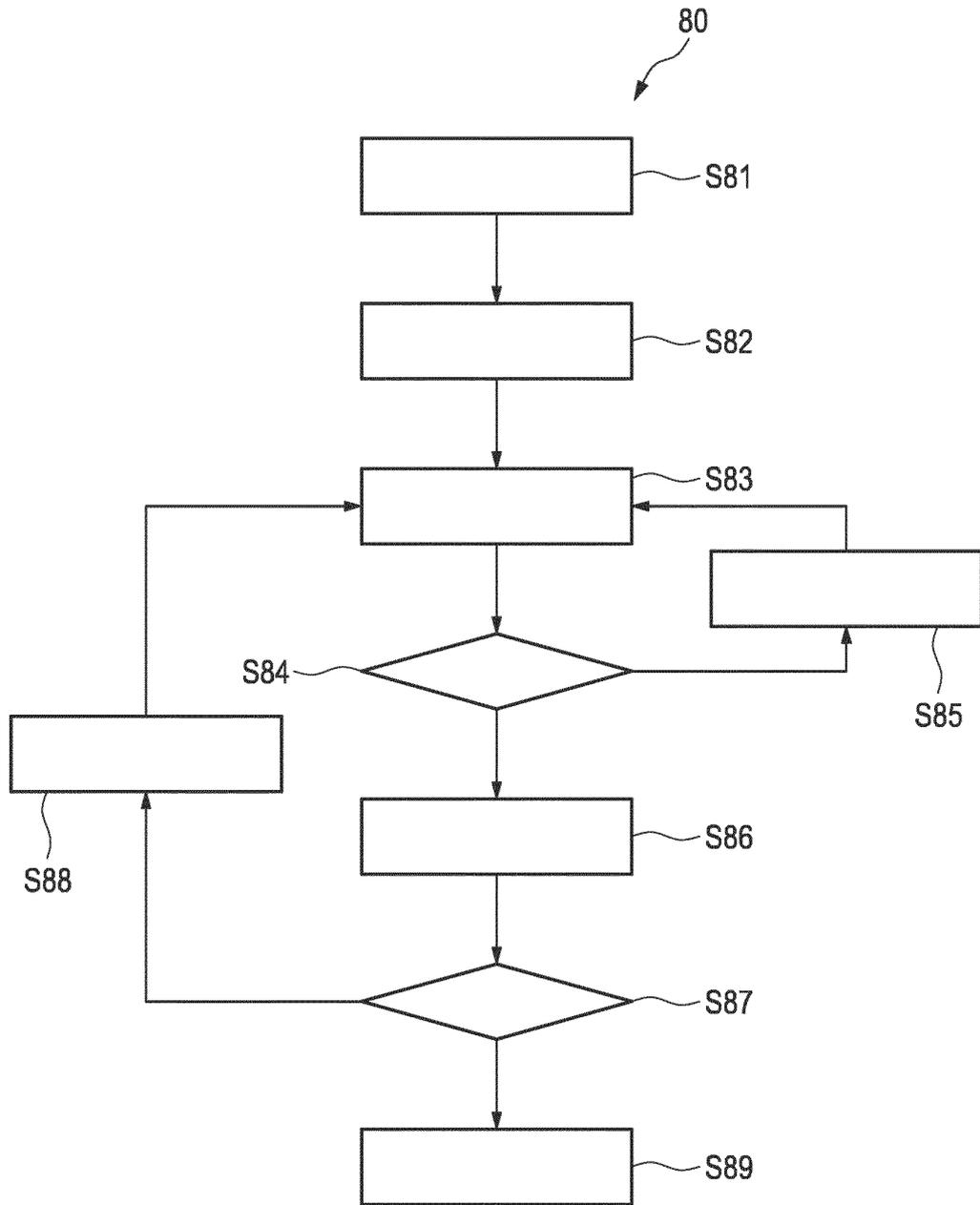
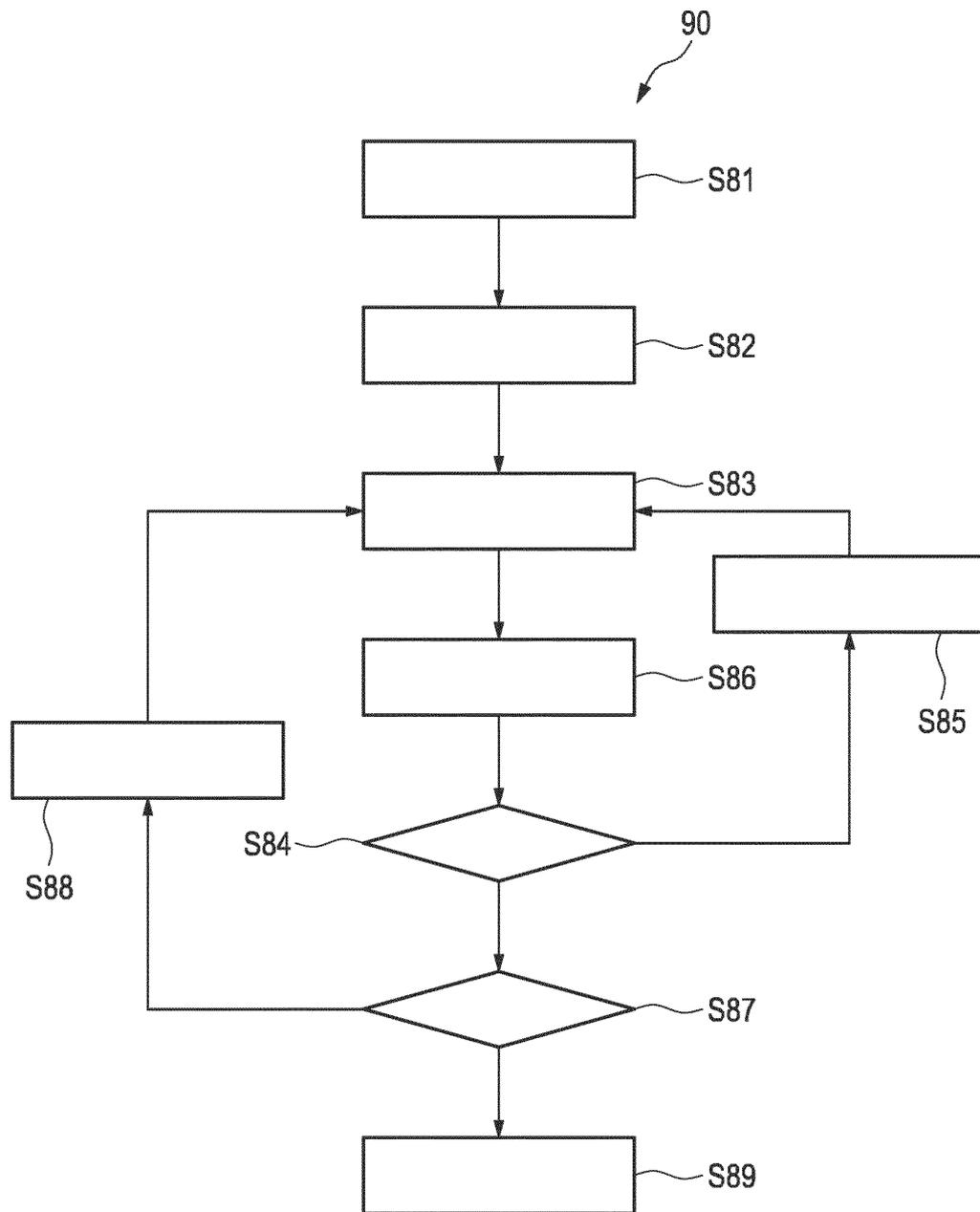


Fig. 11



**Fig. 12**