

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 110**

51 Int. Cl.:

A61F 9/04 (2006.01)

G02C 7/02 (2006.01)

G02C 7/16 (2006.01)

A42B 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2017 PCT/EP2017/066183**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018 WO18002253**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2017 E 17737743 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3474796**

54 Título: **Pantalla protectora con porción arqueada de lente que tiene una curvatura vertical que varía horizontalmente**

30 Prioridad:
30.06.2016 WO PCT/US2016/040433

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.06.2020

73 Titular/es:
**CARL ZEISS VISION INTERNATIONAL GMBH
(100.0%)
Turnstrasse 27
73430 Aalen, DE**

72 Inventor/es:
SPRATT, RAY STEVEN

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 770 110 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

Pantalla protectora con porción arqueada de lente que tiene una curvatura vertical que varía horizontalmente

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un equipo de protección y, en particular, a una pantalla protectora (plano) para montar en la parte frontal de la cara de un usuario, con la pantalla extendiéndose sobre los ojos del usuario. Además, la presente invención se refiere a un casco protector, en particular un casco deportivo tal como un casco de hockey.

Antecedentes de la invención

10 En los últimos años, el uso de equipo de protección para evitar lesiones relacionadas con los deportes ha resultado cada vez más popular. Existe la necesidad de protección para los ojos y la cara de las personas que participan en deportes u otras actividades que pueden dañar potencialmente los ojos u otras estructuras faciales. Por ejemplo, pueden ocurrir lesiones en la cara o los ojos (que a veces conducen a la pérdida de la visión) en deportes como el hockey y el fútbol en los que objetos (tales como palos o discos) pueden golpear los ojos, la nariz, los dientes u otras partes de la cara de un participante. Las pantallas protectoras también se utilizan para una variedad de tareas no relacionadas con el deporte, tal como en la industria de la construcción o en el campo de la medicina. El conocimiento de fluidos corporales potencialmente infecciosos también ha llevado a muchos profesionales de la salud a usar gafas protectoras o pantallas faciales cuando tratan a los pacientes para evitar infecciones accidentales.

15 Un ejemplo particular de equipo deportivo de protección es un casco de hockey sobre hielo que tiene una pantalla o visor unido a la parte delantera del casco para reducir posibles lesiones en la cara y los ojos. Las viseras de hockey son pantallas protectoras transparentes que se ubican lejos de la cara del usuario y están unidas a una región lateral o frontal del casco.

20 En este contexto, el documento US 2006/0000011 A1 expone una pantalla facial ópticamente descentrada. La pantalla que se muestra tiene una lente toroidal que tiene un primer radio de curvatura en un meridiano horizontal y un segundo radio de curvatura (diferente) en el meridiano vertical. El protector facial incluye una pantalla de una pieza en la que un centro óptico está desplazado lejos de la línea de visión hacia delante normal recta hacia una línea de visión específica de la actividad para minimizar el desplazamiento de imagen que ocurre cuando una dirección de la mirada pasa a través del borde de la pantalla. Por ejemplo, la mirada de un jugador de hockey puede desplazarse entre la lente y una superficie de hielo, por ejemplo, para ver un disco de hockey. El objeto del documento US 2006/0000011 A1 es minimizar el desplazamiento de la imagen. Además, el documento US 5.722.091 expone un equipo de protección para el piloto de un avión militar y un método para personalizar el equipo. El objeto del documento US 5.722.091 es proporcionar protección contra ataques con láser. El documento US 2015/0241716 A1 expone una lente protectora para personas con presbicia.

25 El documento US 2008/074610 A1 expone una lente moldeada de forma arqueada para unas gafas tales como gafas de uso virtual o gafas de ver. La lente es una lente unitaria de una sola lámina, que define bordes superior e inferior. El borde inferior puede tener una abertura en la pieza de la nariz formada en ella para montar la lente sobre la nariz de un usuario. La lente tiene una configuración arqueada horizontal en sección transversal que define segmentos laterales opuestos y una zona central interpuesta entre ellos. Los segmentos laterales tienen cada uno un primer radio de curvatura designado como R_1 , y la zona central tiene un segundo radio de curvatura designado como R_2 . La lente también puede tener una configuración arqueada vertical en sección transversal que tiene un tercer radio de curvatura designado como R_3 . En una realización preferida, $R_1 < R_2 \leq R_3$.

30 Resumen de la invención

35 Es un objeto de la presente invención proporcionar una pantalla protectora, casco y método correspondiente mejorados para diseñar una pantalla protectora. Sería ventajoso lograr una pantalla protectora que proporcione una o más ventajas, tales como una protección suficiente contra impactos con factibilidad de producción, compacidad y/o diseño atractivo.

40 Para abordar mejor una o más de estas cuestiones, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una pantalla protectora para montar en la parte frontal de la cara de un usuario en una orientación como se usa, extendiéndose la pantalla sobre los ojos del usuario. La pantalla protectora comprende

45 al menos una porción arqueada de lente que, en la orientación de uso, se curva sobre el ojo del usuario, teniendo la porción arqueada de lente una primera curvatura horizontal que se extiende en una dirección horizontal y una segunda curvatura vertical que se extiende en una dirección vertical en donde las curvaturas respectivas se refieren a una curvatura de una superficie frontal o posterior de la porción arqueada de lente; en donde dicha segunda curvatura vertical es una curvatura vertical que varía horizontalmente;

50 en donde la pantalla protectora está adaptada para ser usada en un casco protector, preferiblemente un casco deportivo, preferiblemente un casco de hockey; teniendo el casco lados temporales izquierdo y derecho; en donde la porción arqueada de la lente es una única porción arqueada de lente que, en la orientación de uso, se curva sobre los

ojos y la nariz del usuario y se extiende hacia los lados temporales izquierdo y derecho del casco; y en donde la porción arqueada de la lente comprende un borde horizontal plano; y

en donde la curvatura vertical (κ) disminuye horizontalmente desde una región central de la porción arqueada de la lente hacia una región lateral temporal en la orientación de uso.

- 5 La idea básica de la invención es modificar la forma de la pantalla protectora, más precisamente para proporcionar una pantalla protectora cuya curvatura vertical varíe en función de una ubicación horizontal a lo largo de la pantalla.

Las pantallas actuales son generalmente de forma toroidal, con dos variaciones distintas. Un primer tipo de pantalla tiene una forma cilíndrica, es decir, la pantalla es plana en la dirección vertical. Una desventaja de este diseño es que tienen más distorsión óptica que las pantallas toroidales debido a las mayores diferencias en las curvaturas a lo largo de los dos meridianos y porque tienen más probabilidades de flexionarse. Una desventaja adicional puede ser una resistencia limitada al impacto estructural, de modo que puede requerirse una pantalla bastante más gruesa. Un segundo tipo de pantalla, tal como por ejemplo se ha descrito en el documento US 2006/0000011 A1 mencionado anteriormente, describe una lente toroidal que tiene un primer radio de curvatura en un meridiano horizontal y un segundo radio de curvatura (diferente) en un meridiano vertical. Por lo tanto, la pantalla también está curvada en una dirección vertical, cóncava hacia afuera con un radio de curvatura fijo.

La pantalla protectora propuesta sigue un enfoque diferente porque al menos la porción arqueada de lente está provista de una curvatura vertical que varía horizontalmente. En otras palabras, se proporciona una pantalla protectora cuya curvatura vertical varía en función de la ubicación o ángulo horizontal. Por ejemplo, se puede proporcionar una curvatura óptica y estructuralmente apropiada en una región central de la porción de lente que hace que la pantalla sea estructuralmente más fuerte y también puede reducir la distorsión óptica para el usuario, cuya curvatura vertical puede aplanarse hacia los bordes temporales donde se une al casco. La solución propuesta por lo tanto permite la integridad estructural, buena óptica frente al ojo y fácil acoplamiento al casco. Por lo tanto, se puede garantizar una alta protección contra impactos en particular en una región central, y la curvatura vertical en una región lateral se puede adaptar ventajosamente para corresponder a un elemento estructural adyacente tal como un lado de un casco.

Se ha encontrado que en ciertas aplicaciones no se requiere necesariamente una protección máxima contra impactos desde todas las direcciones. Por lo tanto, puede ser suficiente proporcionar una curvatura vertical estructuralmente apropiada, no sobre toda la porción de lente, sino solo en ciertas ubicaciones horizontales. Por ejemplo, un impacto máximo puede resultar de un impacto en la pantalla protectora desde delante directamente. En este caso, puede ser suficiente proporcionar una curvatura vertical estructuralmente apropiada para un grado aún mayor de protección en la dirección de delante directamente, mientras que una curvatura vertical reducida puede ser suficiente para proporcionar protección contra un impacto que se origina desde una dirección horizontal diferente. En otras palabras, se puede garantizar un grado suficiente de protección contra impactos desde todos los lados y se puede proporcionar un grado aún mayor de protección, por ejemplo, en la dirección desde delante directamente.

En soluciones de la técnica anterior, a veces se proporciona un grosor variable en una dirección horizontal, en donde la porción más gruesa está prevista en una región central de la lente de la pantalla protectora. La solución propuesta en este documento puede, además, aprovechar los beneficios de la estructura en forma de arco proporcionada por una curvatura vertical para fortalecer la pantalla protectora. Sin embargo, se proporciona una curvatura vertical variable que varía con la posición horizontal y/o con el ángulo. De este modo, dado que la curvatura vertical cambia con la posición horizontal, se pueden proporcionar otras ventajas, tales como el acoplamiento natural con un lado del casco para facilitar la fabricación. Ventajosamente, se puede proporcionar un diseño más compacto y también visualmente atractivo porque la curvatura vertical se reduce, por ejemplo, en una región lateral de la pantalla protectora, donde se puede requerir tan solo una resistencia al impacto reducida.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un casco protector que comprende la pantalla protectora mencionada anteriormente con la porción arqueada de lente. En una realización, el casco protector puede ser un casco deportivo, preferiblemente un casco de hockey, por ejemplo, un casco de hockey sobre hielo.

Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método, en particular un método implementado por ordenador, para diseñar una pantalla protectora para montar en la parte frontal de la cara de un usuario en una orientación de uso, extendiéndose la pantalla sobre los ojos del usuario, en donde la pantalla comprende al menos una porción arqueada de lente, comprendiendo el método las etapas de:

- 50 determinar un plano vertical y un plano horizontal de la pantalla protectora en una orientación de uso;

diseñar al menos dicha porción arqueada de lente de modo que, en la orientación de uso, se curva sobre un ojo del usuario, teniendo la porción arqueada de lente una primera curvatura horizontal que se extiende en dirección horizontal y una segunda curvatura, vertical que se extiende en una dirección vertical (en donde las curvaturas respectivas se refieren a una curvatura de una superficie frontal o posterior de la porción arqueada de lente);

- 55 determinar la curvatura vertical de tal manera que dicha curvatura vertical sea una curvatura vertical que varía horizontalmente,

5 en donde la pantalla protectora está adaptada para ser usada en un casco protector, preferiblemente un casco deportivo, preferiblemente un casco de hockey; teniendo el casco lados temporales izquierdo y derecho; en donde la porción arqueada de la lente es una única porción arqueada de lente que, en la orientación de uso, se curva sobre los ojos y la nariz del usuario y se extiende hacia los lados temporales izquierdo y derecho del casco; y en donde la porción arqueada de la lente comprende un borde horizontal plano; y

en donde la curvatura vertical (κ) disminuye horizontalmente desde una región central de la porción arqueada de la lente hacia una región lateral temporal en la orientación de uso.

10 Según un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa de ordenador, en particular no transitorio, que comprende medios de código de programa para hacer que un ordenador lleve a cabo las etapas del método de acuerdo con el tercer aspecto o uno de sus refinamientos cuando dicho programa de ordenador lleva a cabo en el ordenador.

Según un quinto aspecto de la invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por máquina que tiene almacenado en él un programa informático que comprende medios de código de programa para llevar a cabo las etapas del método según el tercer aspecto o uno de sus refinamientos.

15 Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes. Se entenderá que el casco, el método, el programa informático y el medio reivindicados pueden tener refinamientos similares y/o idénticos o realizaciones preferidas como la pantalla protectora reivindicada, en particular como se define en las reivindicaciones dependientes y como se describe en este documento.

Así, el objeto como se ha expuesto anteriormente se resuelve por completo.

20 A continuación, se explicarán y definirán brevemente algunos términos que se utilizan en toda la solicitud:

25 El término "curvatura", como se usa en este documento, puede referirse a la curvatura de la superficie frontal o posterior de la porción arqueada de lente. Se entenderá que las superficies frontal y posterior pueden tener diferentes curvaturas, tales como diferentes curvaturas horizontales. Además, una variación en la curvatura vertical puede ser diferente o ligeramente diferente para la parte frontal y las superficies de la porción arqueada de lente. La curvatura vertical puede referirse a una curvatura de la superficie frontal o posterior de la porción arqueada de lente. La curvatura horizontal puede referirse a una curvatura de la superficie frontal o posterior de la porción arqueada.

30 El término "línea de visión normal" (NLOS) como se usa en este documento puede referirse a una línea de visión fija que se proyecta hacia adelante desde cada ojo cuando los ojos están fijos en un punto distante. La NLOS puede referirse a la línea de visión de un solo ojo o de ambos ojos. La dirección de la mirada se mantiene normalmente en la misma dirección por reflejos del tronco encefálico para evitar la diplopía. La NLOS de los dos ojos se extiende en un plano generalmente horizontal a través de los ojos cuando la cabeza está en una posición erecta con los ojos mirando a lo lejos.

Los términos "plano horizontal" o "plano vertical" se refieren a planos horizontales y verticales cuando la cabeza está en una posición erecta.

35 A menos que se indique lo contrario, la terminología utilizada en el contexto de la presente solicitud corresponde a las definiciones de la norma DIN EN ISO 13666: 2013-10 del DIN Deutschen Institut für Normung e.V.

El término eje óptico se referirá a una línea recta, perpendicular a ambas superficies ópticas de una lente de gafas, a lo largo de la cual la luz puede pasar sin desviarse, véase N° 4.8 de la norma DIN EN ISO 13666.

40 El término vértice se referirá a un punto de intersección del eje óptico con una superficie de una lente, véase N° 4.9 de la norma DIN EN ISO 13666.

Un meridiano (de una superficie) se referirá a cualquier plano que contenga el o los centros de curvatura de una superficie, véase N° 5.7.1 de la norma DIN EN ISO 13666. Un meridiano (de una lente) se referirá a cualquier plano que contenga el eje óptico de una lente, véase N° 5.7.2 de la norma DIN EN ISO 13666.

45 El término superficie frontal se referirá a la superficie de la porción de lente destinada a colocarse lejos del ojo, véase N° 5.8 de la norma DIN EN ISO 13666.

El término superficie posterior se referirá a la superficie de la porción de lente destinada a colocarse más cerca del ojo, véase N° 5.9 de la norma DIN EN ISO 13666.

50 El término lente afocal o lente plano se referirá a una lente con potencia dióptrica nominalmente nula véase N° 8.2.3 de la norma DIN EN ISO 13666. De manera correspondiente, una porción de lente afocal o una porción de lente plano se refiere a una porción de lente con una potencia dióptrica nominalmente cero. Como se usa en este documento, la potencia dióptrica nominalmente cero puede referirse a una potencia dióptrica de menos de 0,12 dioptrías preferiblemente menos de 0,09 dioptrías, preferiblemente menos de 0,06 dioptrías

El término centro óptico se referirá, a efectos prácticos, a la intersección del eje óptico con la superficie frontal de una lente, véase N° 5.10 de la norma DIN EN ISO 13666.

El término posición primaria se referirá a una posición del ojo con respecto a la cabeza, mirando directamente hacia delante a un objeto al nivel del ojo, véase N° 5.31 de la norma DIN EN ISO 13666.

- 5 El término línea de visión se referirá a una línea que une el centro de la fovea con el centro de la pupila de salida del ojo, y su continuación desde el centro de la pupila de entrada hacia el espacio del objeto, véase N° 5.32 de la norma DIN EN ISO 13666. Esto también se puede denominar el eje visual.

El término material óptico se referirá a un material transparente capaz de ser fabricado en componentes ópticos, véase N° 6.1 de la norma DIN EN ISO 13666.

- 10 El término superficie cilíndrica se referirá a una parte de la superficie interior o exterior de un cilindro, véase N° 7.2 de la norma DIN EN ISO 13666.

El término meridianos principales (de una superficie) se referirá a aquellos meridianos de una superficie que muestran las curvaturas máxima y mínima en la medición, véase N° 7.4 de la norma DIN EN ISO 13666.

- 15 El término superficie toroidal se referirá a una superficie que tiene meridianos principales mutuamente perpendiculares de curvatura desigual, de los cuales la sección transversal en ambos meridianos principales es nominalmente circular, véase N° 7.5 de la norma DIN EN ISO 13666. Así, una superficie toroidal es parte de una superficie generada por un arco circular que gira alrededor de un eje que está en el mismo plano que el arco pero que no pasa a través de su centro de curvatura. Es deseable restringir el término "toroidal" a una superficie y el término "tórica" a una lente u objeto.

- 20 En términos matemáticos, un toroide puede verse como una superficie de revolución con un agujero en el medio, como una rosquilla. El eje de revolución pasa a través del agujero y, así, no se cruza con la superficie. Por ejemplo, cuando un rectángulo es hecho girar alrededor de un eje paralelo a uno de sus bordes, se produce un anillo de sección rectangular hueca. En este caso, los bordes paralelos al eje de rotación forman un cilindro. Si la figura hecha girar es un círculo, entonces el objeto se llama toro.

- 25 El término lente o pantalla protectora se referirá a un lente o pantalla diseñada para proteger el ojo de riesgos externos, véase N° 8.14 de la norma DIN EN ISO 13666.

El término dioptría se referirá a una unidad de potencia de enfoque de una lente o superficie, o de vergencia (índice de refracción dividido por el radio de curvatura) de un frente de onda, véase N° 9.1 de la norma DIN EN ISO 13666. Los símbolos comúnmente utilizados para dioptría son D y dioptría. Las dioptrías se expresan en la inversa del metro (m^{-1}).

- 30 El término posición "como se usa" se referirá a una posición y orientación de la lente o las gafas en relación con los ojos y la cara durante el uso, véase N° 9.15 de la norma DIN EN ISO 13666

- 35 La porción arqueada de lente está adaptada para curvarse sobre los ojos y la nariz del usuario. En la orientación de uso, la porción arqueada de lente se curva sobre los ojos y la nariz del usuario. Una ventaja de esta realización es que se puede proporcionar una única porción arqueada de lente con fines protectores que se curva sobre los ojos y la nariz del usuario. Por lo tanto, no se requieren porciones de conexión separadas, tales como un puente nasal para dos porciones arqueadas de lente separadas.

- 40 La pantalla protectora se adapta adicionalmente para uso en un casco protector, preferiblemente un casco deportivo, preferiblemente un casco de hockey; teniendo el casco lados temporales izquierdo y derecho; en donde la porción arqueada de lente es una porción arqueada de lente única que, en la orientación usada, se curva sobre los ojos y la nariz del usuario y se extiende hacia los lados temporales izquierdo y derecho del casco. Se puede proporcionar una curvatura vertical máxima en una región central de la porción arqueada de lente, en particular en un centro en dirección horizontal, en la orientación de uso, y la curvatura vertical puede variar horizontalmente, en particular, reducirse o aplanarse hacia los lados izquierdo y derecho en la orientación de uso. Ventajosamente, la curvatura vertical en los lados temporales izquierdo y derecho puede aplanarse de manera que corresponda a una curvatura del casco en los lados temporales izquierdo y derecho de modo que la pantalla protectora se ajuste con precisión al casco.

- 45 En otro refinamiento, la porción arqueada de lente puede ser una porción de lente plano o afocal. Por lo tanto, la porción arqueada de lente proporciona una potencia dióptrica nominalmente cero. Las variaciones de curvatura ocurren (más o menos) igual tanto en la superficie frontal como en la superficie de la superficie posterior.

- 50 La curvatura vertical disminuye horizontalmente desde una región central de la porción arqueada de lente hacia una región lateral temporal en la orientación de uso. En otras palabras, la curvatura vertical se aplanan desde el centro al borde. Una ventaja de esta realización es que se puede proporcionar una curvatura adecuada estructural y ópticamente en una región central de la porción arqueada de lente que se aplanan hacia los bordes temporales donde se une al casco.

En un refinamiento de la pantalla protectora de acuerdo con el primer aspecto, la curvatura vertical varía horizontalmente a lo largo de una curva de intersección de la porción arqueada de lente y un plano horizontal que, en la orientación de

uso, comprende los ojos del usuario. En otras palabras, la curvatura vertical varía en una dirección horizontal a lo largo de la curva de intersección a la altura de los ojos, es decir, en una porción de vista a su través de la porción arqueada de lente y no solo en un límite o región de fijación. Alternativamente, el término horizontal puede referirse al meridiano de cero grados que atraviesa el centro óptico de la lente o la porción arqueada de lente de la pantalla. La curvatura vertical puede variar horizontalmente a lo largo del meridiano de cero grados que atraviesa el centro óptico de la lente o la porción arqueada de la lente de la pantalla.

En un refinamiento adicional de la pantalla protectora según el primer aspecto, la curvatura vertical varía horizontalmente a lo largo de la curva de intersección en función de un ángulo horizontal entre una superficie normal de la porción arqueada de lente en dicha curva de intersección y una línea de visión horizontal de un ojo del usuario en una posición primaria. Como se definió anteriormente, el término posición primaria se referirá a una posición del ojo con respecto a la cabeza, mirando directamente a un objeto al nivel del ojo. El ángulo o ángulo horizontal como se usa en este documento es el ángulo entre (a) una superficie normal de la porción arqueada de lente en una posición particular en la curva de intersección y (b) la línea de visión horizontal del ojo del usuario. Por lo tanto, un centro de la pantalla protectora, tal como el vértice de la pantalla protectora puede definirse como que tiene un ángulo de 0° , que aumenta hacia el lado derecho a lo largo de la curva de intersección y disminuye hacia el lado izquierdo a lo largo de la curva de intersección. Por lo tanto, para cada punto en la curva de intersección se puede determinar un ángulo horizontal y la curvatura vertical de la porción arqueada de lente varía en función de este ángulo horizontal. Ventajosamente, la curvatura vertical varía simétricamente en dirección izquierda y derecha, de tal modo que la curvatura vertical varía horizontalmente en función de un valor absoluto del ángulo horizontal. Alternativamente, la curvatura vertical puede variar horizontalmente a lo largo de la curva de intersección en función de un ángulo horizontal entre una superficie normal de la porción arqueada de lente en el plano horizontal y el meridiano horizontal. Un ángulo horizontal como se define basándose en la superficie normal puede alcanzar típicamente hasta $\pm 90^\circ$ para un pantalla práctica y moldeable.

En un refinamiento de la pantalla protectora según el primer aspecto, la curvatura vertical en una posición horizontal en la curva de intersección es la curvatura de la porción arqueada de lente en un plano al plano horizontal que es (a) ortogonal al plano horizontal y (b) contiene la superficie normal de la porción arqueada de lente en dicha curva de intersección.

En un refinamiento de la pantalla protectora según el primer aspecto, la curvatura vertical de la porción arqueada de lente varía en al menos 0,5 dioptrías, preferiblemente en al menos 1 dioptría, preferiblemente en al menos 2 dioptrías. En otras palabras, una magnitud total de la variación de la curvatura vertical, en particular a lo largo de la curva de intersección, puede variar horizontalmente al menos por los valores especificados en este documento.

En un refinamiento de la pantalla protectora de acuerdo con el primer aspecto, la curvatura vertical de la porción arqueada de lente varía linealmente con ángulo o cuadrática con ángulo o cúbica. Se apreciará que la variación horizontal de la curvatura vertical también puede seguir otras formas o perfiles según lo requiera la aplicación dada. Ventajosamente, la curvatura disminuye como el cubo del ángulo. Una ventaja de esta realización es que pueden evitarse las distorsiones que pueden ser causadas por una pequeña desalineación entre una superficie frontal y una posterior con curvaturas que cambian bruscamente.

En un refinamiento de la pantalla protectora de acuerdo con el primer aspecto, la porción arqueada de lente comprende una región central que tiene una curvatura vertical sustancialmente constante. Por ejemplo, la porción arqueada de lente puede tener una curvatura vertical constante o sustancialmente constante sobre un ángulo horizontal de $\pm 20^\circ$, preferiblemente $\pm 45^\circ$, preferiblemente $\pm 60^\circ$, preferiblemente $\pm 90^\circ$. Una ventaja de esta realización es que se puede simplificar una optimización óptica si los cambios de curvatura de la curvatura vertical están lo bastante lejos en la periferia. En particular, se puede proporcionar una vista no distorsionada en una región central a lo largo de una línea de visión del usuario. Las regiones angulares dadas pueden referirse a un ángulo de rotación horizontal del ojo del usuario en una orientación de uso con respecto a una línea de visión recta hacia adelante, que es una definición más natural del ángulo para el usuario. En otro ejemplo, la porción arqueada de lente puede tener una curvatura vertical constante o sustancialmente constante sobre un ángulo horizontal de $\pm 20^\circ$, preferiblemente $\pm 30^\circ$, preferiblemente $\pm 60^\circ$, preferiblemente $\pm 80^\circ$. En este ejemplo, la región angular dada puede referirse a un ángulo horizontal entre (a) una superficie normal de la porción arqueada de lente en una posición particular en la curva de intersección y (b) la línea de visión horizontal del ojo del usuario.

En un refinamiento de la pantalla protectora de acuerdo con el primer aspecto, la curvatura vertical puede variar horizontalmente dentro de una región de campo de visión del usuario. En otras palabras, la curvatura vertical varía horizontalmente dentro del campo de visión del usuario y no solo en la periferia. Por lo tanto, se produce una variación de la curvatura vertical en una sección de la porción arqueada de lente que el usuario puede ver en una orientación de uso. Esto significa que se proporciona una variación de la curvatura vertical en una parte óptica que el usuario puede ver a través y no solo en, por ejemplo, una extensión de fijación que no necesita ser ópticamente correcta. En otras palabras, se proporciona una variación de curvatura vertical en una zona visual en la que el usuario puede ver a través de ella. Una zona visual también puede referirse a una región de campo de visión que tiene un ángulo horizontal de $\pm 60^\circ$, preferiblemente $\pm 80^\circ$, preferiblemente $\pm 100^\circ$. El ángulo horizontal puede referirse nuevamente al ángulo de rotación horizontal del ojo del usuario con respecto a una línea de visión recta hacia adelante.

5 La porción arqueada de lente comprende un borde horizontal plano, preferiblemente que tiene una curvatura vertical de menos de $\pm 0,5$ dioptrías, preferiblemente de menos de $\pm 0,25$ dioptrías, en particular un borde horizontal plano que tiene curvatura cero. Así, un valor absoluto de la curvatura vertical en un borde horizontal de la porción arqueada de lente puede ser preferiblemente inferior a 0,5 dioptrías (correspondiente a un radio de curvatura de 2 m), preferiblemente inferior a 0,25 dioptrías (correspondiente a un radio de curvatura de 4 m). Una ventaja de esta realización es que la porción arqueada de lente de la pantalla protectora puede ajustarse con un lado sustancialmente plano de un casco protector.

10 En un refinamiento de la pantalla protectora de acuerdo con el primer aspecto, la porción arqueada de lente proporciona una potencia máxima de vértice posterior inferior a $\pm 0,12$ dioptrías, preferiblemente inferior a $\pm 0,09$ dioptrías, preferiblemente inferior a $\pm 0,06$ dioptrías. Un valor absoluto de una potencia óptica máxima en una región del campo de visión del usuario puede ser preferiblemente menor que 0,12 dioptrías, preferiblemente menor que 0,09 dioptrías, preferiblemente menor que 0,06 dioptrías. Una ventaja de esta realización es que se puede evitar una distorsión óptica excesiva. Este valor máximo puede referirse a un valor en un punto particular de la porción arqueada de lente o, alternativamente, a cualquier punto en una región de campo de visión. En particular, la porción arqueada de lente proporciona una potencia óptica máxima de menos de uno de los valores mencionados anteriormente en una región como se especifica en la norma canadiense Z262.2-09. La norma canadiense Z262.2-09 especifica esta región en función del ángulo de rotación del ojo medido desde el centro de los ojos. La potencia óptica se puede medir como se especifica en DIN EN ISO 13666, en particular en la sección N^o. 8.5 con respecto a la medición de las propiedades dióptricas de lentes de gafas.

20 En un refinamiento de la pantalla protectora de acuerdo con el primer aspecto, la porción arqueada de lente proporciona un astigmatismo de menos de 0,12 dioptrías, preferiblemente menos de 0,09 dioptrías, preferiblemente menos de 0,06 dioptrías. En este contexto, el astigmatismo es un valor absoluto, es decir, una magnitud. Una ventaja de esta realización es que se puede evitar una distorsión óptica excesiva.

25 En un refinamiento de la pantalla protectora de acuerdo con el primer aspecto, la porción arqueada de lente está hecha de un material transparente resistente al impacto, preferiblemente hecha de policarbonato. Sin embargo, se apreciará que también se puede usar cualquier otro material adecuado que proporcione una porción arqueada de lente transparente resistente al impacto para la pantalla protectora.

30 Debe entenderse que las características mencionadas anteriormente y las que aún deben explicarse a continuación pueden usarse no solo en la combinación indicada respectivamente, sino también en otras combinaciones o por separado, sin apartarse del alcance de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación. En los siguientes dibujos

La fig. 1 muestra una vista en perspectiva de una pantalla protectora montado en un casco;

35 La fig. 2A muestra una vista en perspectiva de una pantalla protectora cilíndrica;

La fig. 2B muestra una vista en perspectiva de una pantalla protectora toroidal;

La fig. 3A muestra una vista en perspectiva adicional de una pantalla protectora toroidal;

La fig. 3B muestra una vista en sección transversal vertical de la pantalla protectora de la fig. 3A a lo largo de la línea IIIB-III B en un plano vertical a un lado de la pantalla protectora;

40 La fig. 3C muestra una vista en sección transversal vertical de la pantalla protectora de la fig. 3A a lo largo de la línea IIIC-IIIC en un plano vertical en el centro de la pantalla protectora;

La fig. 4A muestra una vista en perspectiva de una pantalla protectora de acuerdo con un aspecto de la presente descripción;

45 La fig. 4B muestra una vista en sección transversal vertical de la pantalla protectora de la Fig. 4A a lo largo de la línea IVB-IVB en un plano vertical en un lado de la pantalla protectora;

La fig. 4C muestra una vista en sección transversal vertical de la pantalla protectora de la fig. 4A a lo largo de la línea IVC-IVC en un plano vertical en el centro de la pantalla protectora;

La fig. 5 muestra una vista en sección transversal horizontal de una pantalla protectora de acuerdo con una primera realización de la presente exposición que muestra los radios de curvatura frontal y posterior en el plano horizontal;

50 La fig. 6 muestra un gráfico ejemplar de curvaturas verticales que varían horizontalmente en función de un ángulo horizontal;

La fig. 7A muestra una vista en sección transversal vertical tomada a lo largo de la línea VIIA-VIIA en la fig. 5;

La fig. 7B muestra una vista en sección transversal vertical tomada a lo largo de la línea VIIB-VIIB en la fig. 5;

La fig. 8 muestra una vista en sección transversal horizontal de una pantalla protectora de acuerdo con una segunda realización de la presente descripción que muestra los radios de curvatura frontal y posterior en el plano horizontal;

5 La fig. 9 muestra un segundo gráfico ejemplar de curvaturas verticales que varían horizontalmente en función de un ángulo horizontal;

La fig. 10 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método para diseñar una pantalla protectora de acuerdo con un aspecto de la presente exposición;

10 La fig. 11 muestra un gráfico de una altura de superficie de una superficie toroidal de una porción de lente toroidal en un sistema de coordenadas cartesianas;

La fig. 12 muestra un tercer gráfico ejemplar de una curvatura vertical que varía horizontalmente en función de un ángulo horizontal;

15 La fig. 13 muestra un gráfico de una altura de superficie de una porción arqueada de lente ejemplar que tiene una curvatura que varía horizontalmente de acuerdo con un aspecto de la presente descripción en un sistema de coordenadas cartesianas;

La fig. 14 muestra un gráfico de una comparación de una curvatura vertical en una región de borde de una porción de lente toroidal y una porción arqueada de lente ejemplar que tiene una curvatura que varía horizontalmente;

La fig. 15 muestra un mapa de una potencia de vértice posterior de una porción arqueada de lente ejemplar que tiene una curvatura que varía horizontalmente; y

20 La fig. 16 muestra un mapa de un astigmatismo de una porción arqueada de lente ejemplar que tiene una curvatura que varía horizontalmente.

Descripción de realizaciones preferidas

25 La fig. 1 muestra una vista en perspectiva de una pantalla protectora 10 montada en un casco 1. En el ejemplo mostrado, la pantalla protectora 10 es una visera de hockey que puede montarse en un casco 1 deportivo protector mediante elementos 2 de retención o montaje tales como pasadores de montaje, ganchos, correas, tornillos o similares. En una realización, la pantalla protectora 10 proporciona una sección de montaje 11, en particular un elemento de montaje no óptico, para aplicarse con los elementos 2 de retención correspondientes del casco 1.

30 Como se muestra en la fig. 1, una porción arqueada 12 de lente de la pantalla protectora se curva sobre los ojos 21 y la nariz 22 del usuario. En la realización mostrada, la pantalla protectora 10 está adaptada para usar con un casco protector 1, aquí un casco de hockey para hockey sobre hielo, teniendo el casco un lado temporal derecho 13A y un lado temporal izquierdo 13B, en donde la porción arqueada 12 de lente es una porción arqueada de lente única que, en la orientación de uso mostrada, se curva sobre los ojos 21 y ventajosamente también sobre la nariz 22 del usuario 20 y se extiende hacia los lados temporales izquierdo y derecho 13A, 13B del casco 1, donde está unida al casco por elementos 2 de retención. La curvatura vertical de las porciones arqueadas de lente varía horizontalmente como se explicará más adelante en particular con referencia a la fig. 4 y lo siguiente.

Las figs. 2A y 2B muestran una pantalla protectora cilíndrica 42 y una pantalla protectora toroidal 52 respectivamente.

40 La pantalla protectora cilíndrica 42 como se muestra en la fig. 2A es una sección cilíndrica sin curvatura vertical que se extiende en una dirección vertical en una orientación de uso. Por otro lado, la pantalla protectora toroidal 52 como se muestra en la Fig. 2B proporciona, en la orientación de uso, una primera curvatura horizontal que se extiende en dirección horizontal y una segunda curvatura vertical que se extiende en dirección vertical. En ambos casos, en contraste con la solución según la presente invención, no hay curvatura vertical que varíe horizontalmente.

45 Como se ilustra con más detalle por la fig. 3A a la fig. 3C, una pantalla protectora toroidal que comprende una porción arqueada de lente toroidal proporciona una curvatura constante en la dirección vertical. La vista en sección transversal vertical en un borde de la porción arqueada de lente toroidal 52 de la fig. 3A a lo largo de la línea IIIB-IIIB como se ilustra en la fig. 3B muestra así la misma curvatura vertical que la vista en sección transversal vertical en un centro de la porción arqueada de lente toroidal 52 a lo largo de la línea IIIC-IIIC como se ilustra en la fig. 3C. Cabe señalar que una ventaja de tal forma toroidal es la fabricación fácil, ya que solo se requiere una curvatura horizontal y una vertical para las superficies frontal y posterior, respectivamente.

50 La fig. 4A muestra una vista en perspectiva de una porción arqueada 12 de lente según un aspecto de la presente exposición que, en la orientación de uso, se curva sobre un ojo del usuario, teniendo la porción arqueada 12 de lente una primera curvatura horizontal que se extiende en una dirección horizontal y una segunda curvatura vertical que se

5 extiende en una dirección vertical, en donde dicha segunda curvatura vertical es una curvatura vertical que varía horizontalmente. En otras palabras, en contraste con la forma toroidal como se ilustra con respecto a la fig. 2B y las figs. 3A a 3C, la curvatura vertical no es constante en una dirección horizontal. En una realización preferida, la porción arqueada 12 de lente comprende un borde horizontal sustancialmente plano o una porción 14 lateral temporal, en particular que tiene una curvatura vertical cero, como se muestra por la vista en sección transversal vertical a lo largo de la línea IVB-IVB en la fig. 4B. Una ventaja de dicho borde horizontal plano es que puede coincidir fácilmente con la forma del casco en el área donde la pantalla protectora se conecta al casco. Un borde temporal de la porción arqueada 12 de lente de la pantalla protectora 10 se ajusta por ello con precisión con el casco 1.

10 Sin embargo, al mismo tiempo, la pantalla protectora propuesta 10 puede proporcionar una porción arqueada 12 de lente que tiene una curvatura óptica y estructuralmente apropiada en una región central de la lente como se muestra en la fig. 4C, que es una vista en sección transversal vertical a lo largo de la línea IVC-IVC en la fig. 4A. Esto puede hacer que la pantalla sea estructuralmente más fuerte y/o reduzca la distorsión óptica para el usuario 20. En el ejemplo mostrado, la curvatura vertical disminuye horizontalmente desde una región central de la porción arqueada 12 de lente hacia una región lateral temporal en la orientación de uso.

15 La fig. 5 muestra una vista en sección transversal horizontal de la pantalla protectora 10 para montar en la parte frontal de la cara de un usuario 20 en orientación de uso, extendiéndose la pantalla sobre los ojos 21 y la nariz del usuario 20, comprendiendo la pantalla protectora una porción arqueada 12 de lente que, en la orientación de uso, se curva sobre los ojos 21 y la nariz del usuario 20, teniendo la porción arqueada de lente una primera curvatura horizontal que se extiende en una dirección horizontal y una segunda curvatura vertical que se extiende en una dirección vertical, es decir, en un plano perpendicular al plano horizontal como se ilustra en la fig. 5. La porción arqueada de lente se caracteriza porque dicha segunda curvatura vertical es una curvatura vertical que varía horizontalmente. En particular, la curvatura vertical varía horizontalmente a lo largo de una curva de intersección 15, 16 de la porción arqueada 12 de lente y un plano horizontal, es decir, el plano de imagen como se muestra en la fig. 5, que, en la orientación de uso, comprende los ojos 21 del portador. La curva de intersección puede referirse a una curva de intersección 15 de una superficie frontal de la porción arqueada 12 de lente y el plano horizontal. La curva de intersección también puede referirse a una curva de intersección 16 de una superficie posterior de la porción arqueada 12 de lente y el plano horizontal.

25 En el ejemplo mostrado, la curvatura vertical de la porción arqueada 12 de lente varía horizontalmente a lo largo de la curva de intersección 15 en función de un ángulo horizontal α entre una superficie normal 17 de la porción arqueada 12 de lente en dicha curva de intersección 15 y una línea horizontal 23 de visión de un ojo 21 del usuario en una posición primaria. El término posición primaria se referirá a una posición del ojo 21 con respecto a la cabeza, mirando recto hacia delante a un objeto al nivel del ojo. La línea horizontal 23 de visión del usuario en una posición primaria también se puede denominar línea de visión normal (NLOS). La línea central en el plano horizontal que tiene la misma distancia a la línea 23 de visión normal del ojo derecho e izquierdo 21 se designa con el número de referencia 24. Corta a la porción arqueada 12 de lente en el vértice o centro 18 de la porción arqueada 12 de lente.

35 Debe observarse que también si la superficie normal 17 de la porción arqueada de lente no se encuentra dentro del plano horizontal que, en la orientación de uso, comprende los ojos 21 del usuario, el ángulo horizontal α puede ser determinado. En este caso, el ángulo horizontal se basa en una proyección de la superficie normal 17 sobre el plano horizontal que comprende los ojos del usuario.

40 La fig. 6 muestra un gráfico de la curvatura vertical κ que varía horizontalmente con el ángulo horizontal α como se indica anteriormente. En la fig. 6, el eje horizontal designa el ángulo horizontal α , mientras que el eje vertical designa la curvatura vertical κ a lo largo de la curva 15 de intersección. La curvatura vertical puede variar horizontalmente según sea necesario para una aplicación dada, por ejemplo, linealmente hacia el lado derecho y/o izquierdo como lo indica la curva 61 o según una forma gaussiana como lo indica la curva 62. La exposición, por supuesto, no está limitada a ello.

45 Las figs. 7A y 7B muestran vistas verticales en sección transversal de la porción arqueada 12 de lente en diferentes ángulos horizontales α . La vista que se muestra en la Fig. 7A es una vista en sección transversal vertical tomada a lo largo de la línea VIIA-VIIA en la fig. 5, mientras que la vista como se muestra en la fig. 7B es una vista en sección transversal vertical tomada a lo largo de la línea VIIB-VIIB en la fig. 5. Como se puede ver en la comparación de las dos figuras, la fig. 7A muestra una curvatura vertical más fuerte. Esta curvatura está configurada ventajosamente para proporcionar una buena protección contra impactos en una región central de la porción arqueada 12 de lente de la pantalla protectora 10. Además, o como alternativa, la curvatura puede configurarse ventajosamente para reducir la distorsión óptica en particular en comparación con una pantalla cilíndrica. La curvatura vertical κ de la porción arqueada 12 de lente disminuye horizontalmente desde la región central alrededor del centro 18 hacia los lados temporales 13A y 13B como también se puede ver en la fig. 6 y como se ilustra en la fig. 7B.

55 La curvatura vertical κ en una posición horizontal α en la curva de intersección 15, 16 puede referirse a la curvatura de la porción arqueada de lente en un plano ortogonal al plano horizontal, es decir, el plano horizontal que, en la orientación de uso, comprende los ojos 21 del usuario como se muestra en la fig. 5, y que contiene la superficie normal 17 de la porción arqueada 12 de lente en dicha curva de intersección 15, 16. Este plano corresponde a la vista como se muestra en la fig. 7A y fig. 7B respectivamente para diferentes posiciones horizontales en la curva de intersección.

La fig. 8 muestra un segundo ejemplo de una pantalla protectora 10 que comprende una porción arqueada 12 de lente que tiene una curvatura vertical κ que varía horizontalmente. La pantalla protectora como se muestra en la fig. 8 puede tener algunas o todas las características descritas anteriormente con referencia a la fig. 5. Por lo tanto, la siguiente descripción solo se centrará en las diferencias y/o aspectos adicionales.

5 En la pantalla protectora 10 como se muestra en la fig. 8, la porción arqueada 12 de lente comprende una región central 19 que tiene una curvatura vertical κ sustancialmente constante como se ilustra a modo de ejemplo por las curvas 63, 64 y 65 en la fig. 9. En el ejemplo mostrado, la región central 19 que tiene la curvatura vertical sustancialmente constante se extiende sobre un intervalo angular de $\pm \beta$. Este ángulo también se puede determinar con respecto a la línea central 24. El ángulo puede referirse así a un ángulo de rotación del ojo del usuario con respecto a una línea de visión recta hacia adelante.

10 Además, la fig. 8 también ilustra una región del campo de visión del usuario que abarca un intervalo angular de $\pm \gamma$. El ángulo γ puede referirse nuevamente a un ángulo de rotación del ojo del usuario con respecto a una línea de visión recta hacia adelante. Para un sujeto sano, el campo de visión horizontal de un usuario cubre aproximadamente un ángulo completo de 180° a 200° . Esto corresponde a un ángulo γ con respecto a la línea central 24 de $\pm 90^\circ$ a $\pm 100^\circ$. Por lo tanto, el ángulo γ de la región del campo de visión horizontal como se usa en este documento no se mide con respecto al mismo vértice que el ángulo α . Este último se mide con respecto a la superficie normal de la porción arqueada de lente. Una línea de visión del ojo no impacta necesariamente con la superficie de la porción de lente a lo largo de la superficie normal. Por lo tanto, el ángulo γ de rotación del ojo corresponde a un ángulo horizontal γ' medido con respecto a la superficie normal de la porción arqueada 12 de lente. En consecuencia, el ángulo β en términos de ángulo de rotación del ojo corresponde a un ángulo horizontal β' medido con respecto a la superficie normal de la porción arqueada 12 de lente. Como se puede ver en la fig. 8, la misma ubicación horizontal se puede definir así en términos del ángulo con respecto a la superficie normal de la porción arqueada de lente o en términos del ángulo de rotación del ojo. Por lo tanto, las curvas en los gráficos, como se muestra a modo de ejemplo en las fig. 6 y 9, se curvarán en diferentes ángulos, medidos por los dos métodos diferentes. Esta discrepancia puede ser ventajosa ya que, por ejemplo, el ángulo de rotación del ojo de 90 grados podría ser solo de 75 grados medido con respecto a la superficie normal, como se ilustra en la fig. 8. Esta diferencia puede verse como un margen de seguridad para cambiar la curvatura vertical sin peligro de afectar la óptica vista por el usuario en un campo de visión según lo definido por el ángulo de rotación del ojo. Dado que los ojos del usuario, en una orientación de uso de la pantalla, se asientan frente al centro de curvatura de las superficies frontal y/o posterior, un ángulo de rotación del ojo dado puede corresponder a un ángulo menor medido con respecto a la superficie normal de la porción arqueada de lente.

15 Con referencia nuevamente a la fig. 9, la curvatura vertical κ puede ser constante dentro de una región del campo de visión del usuario como se indica por las líneas discontinuas verticales en ángulos $\pm \gamma'$ en la fig. 9. Este es el caso de las porciones arqueadas 12 de lente que tienen una curvatura vertical κ que varía horizontalmente como se indica ejemplarmente por las curvas 63 y 64. Sin embargo, en la alternativa, la curvatura vertical κ también puede ser constante en toda la región del campo de visión del usuario y luego varía más allá del campo de visión, como lo indican las líneas discontinuas verticales en $\pm \gamma'$ en la fig. 9. Una ventaja de esta realización de variar la curvatura vertical κ solo fuera de una región de campo de visión del usuario, es que no hay necesidad de una optimización óptima compleja para evitar la distorsión de la imagen. No obstante, la optimización óptica también se puede proporcionar en este caso, en particular para dar al usuario una buena visión periférica durante giros oculares grandes y ópticas de visión ventajosamente buena todo el recorrido de un borde temporal.

20 La fig. 10 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método, en particular un método implementado por ordenador para diseñar una pantalla protectora para montar en la parte frontal de la cara de un usuario en una orientación de uso, extendiéndose la pantalla sobre los ojos y ventajosamente también sobre la nariz del usuario, en donde la pantalla comprende al menos una porción arqueada de lente. El método en su totalidad se designa por el número de referencia 70.

25 En una primera etapa S71, se determinan un plano vertical y un plano horizontal de la pantalla protectora 12 en una orientación de uso.

30 En una segunda etapa S72, al menos la porción arqueada 12 de lente está diseñada de tal manera que, en la orientación de uso, se curva sobre un ojo 21 del usuario 20, teniendo la porción arqueada 12 de lente una primera curvatura horizontal que se extiende en una dirección horizontal y una segunda curvatura vertical κ que se extiende en una dirección vertical.

35 En una tercera etapa S73, la curvatura vertical κ se determina de tal manera que dicha curvatura vertical κ es una curvatura vertical que varía horizontalmente. En otras palabras, la segunda curvatura vertical a la que se hace referencia en la etapa S72 puede referirse a una curvatura vertical en un centro 18, 19 de la porción arqueada 12 de lente, por ejemplo, en un vértice de la porción arqueada de lente. Así, se determina una variación horizontal de la curvatura vertical κ en la etapa siguiente S73. Por ejemplo, la curvatura vertical κ en el centro puede diseñarse para ser estructuralmente apropiada para proporcionar un alto nivel de protección contra impactos, mientras que la curvatura vertical κ en una posición horizontal diferente, por ejemplo, en un borde horizontal de la porción arqueada 12 de lente puede estar diseñada para acoplarse naturalmente con el casco 1.

Cabe señalar que puede especificarse una superficie frontal o posterior y la otra puede determinarse por consideraciones ópticas a través de la optimización óptica utilizando un software de diseño óptico.

La diferencia entre una porción de lente toroidal convencional y una porción de lente que tiene una curvatura vertical que varía horizontalmente de acuerdo con un aspecto de la presente exposición se ilustrará a continuación con respecto a ejemplos específicos.

La fig. 11 muestra un gráfico de una superficie toroidal de una porción de lente toroidal convencional en un sistema de coordenadas cartesianas. La ecuación para la altura de la superficie de una sección de un toro viene dada por

$$z(x, y) = \sqrt{(R_x - R_y + \sqrt{R_y^2 - y^2})^2 - x^2} - R_x$$

donde R_x y R_y son los radios de curvatura a lo largo de los meridianos x e y respectivamente. Una pantalla de hockey

($R_x = 530/5,0 = 106$ mm)) y una curvatura vertical de 2,5 dioptrías

($R_y = 530/2,5 = 212$ mm)). La fig. 11 hace corresponder las alturas de la superficie, expresadas en milímetros, de dicha superficie. Los valores negativos representan convexos hacia afuera. En la orientación de uso, el eje x se refiere al eje horizontal, es decir, dirección izquierda-derecha; el eje y se refiere al eje vertical, es decir, dirección de abajo hacia arriba; y el eje z se refiere a un eje de profundidad, es decir, en dirección de atrás hacia adelante. Se utilizará el mismo sistema de coordenadas en la siguiente descripción, a menos que se indique lo contrario.

Volviendo ahora a las figs. 12 y 13, estos gráficos ilustran una porción arqueada de lente ejemplar que tiene una curvatura vertical que varía horizontalmente. Dicha superficie cuya curvatura vertical varía en función de la ubicación/ángulo horizontal se puede construir de la siguiente manera. Deje que la altura de la superficie a lo largo del meridiano horizontal x sea $z_0(x)$. Luego suponga que en cualquier ubicación x la altura vertical es un arco circular que tiene un radio $R_y(x)$. La ecuación para la superficie se puede describir por

$$z(x, y) = z_0(x) + \sqrt{R_y(x)^2 - y^2} - R_y(x)$$

En el ejemplo que se muestra, la altura de la superficie a lo largo del meridiano horizontal $z_0(x)$ se elige como un círculo de 5 dioptrías, de modo que el meridiano horizontal de la nueva superficie es el mismo que en el toro ejemplar anterior de la fig. 11. Con el fin de proporcionar una pantalla protectora que tenga una porción arqueada de lente que proporcione un centro curvado y bordes planos, $R_y(x)$ se selecciona como una función que, preferiblemente de manera suave, resulta infinita en los bordes izquierdo y derecho de la pantalla. La curvatura vertical se puede describir mediante una función $P(\theta)$ donde P es la potencia dióptrica o curvatura κ , de modo que $R = 530/P$, y θ es el ángulo desde el centro de la porción arqueada de lente hasta el valor horizontal x , medido desde un centro del meridiano horizontal de 5 dioptrías; es decir, $x = 106 \sin^{-1} \theta$, donde el valor 106 es el radio del meridiano horizontal ejemplar de 5 dioptrías. Por lo tanto, la tarea de definir $R_y(x)$ se puede reducir a definir $P(\theta)$. La fig. 12 muestra un gráfico ejemplar de una curvatura vertical que varía horizontalmente frente a un ángulo horizontal como se describe por $P(\theta)$. La ecuación de la curva 66 mostrada viene dada por

$$P(\theta) = \begin{matrix} 2,5 & |\theta| \leq 50 \\ 2,5 \left(1 - \frac{(|\theta| - 50)^3}{(90 - 50)^3} \right) & |\theta| > 50 \end{matrix}$$

La fig. 13 muestra el gráfico correspondiente de una superficie de una porción arqueada de lente ejemplar que tiene la curvatura que varía horizontalmente de la fig. 12.

La fig. 14 muestra una comparación de una curvatura vertical en una región de borde de (a) la porción de lente toroidal de la fig. 11 como se indica mediante la curva 81 y (b) la porción arqueada de lente ejemplar que tiene una curvatura que varía horizontalmente de la fig. 13 como se ha indicado por la curva 82. El gráfico de la fig. 14 ilustra así las diferencias de las secciones de borde de los gráficos de altura de la superficie de la fig. 11 y la fig. 13, respectivamente, a partir de los cuales se pueden deducir las diferentes curvaturas verticales en esta posición horizontal.

Un objeto de diseño de una pantalla protectora también es proporcionar ópticas excelentes con una cantidad mínima de distorsión óptica. Para una pantalla toroidal convencional, un procedimiento de diseño puede implicar proporcionar una superficie frontal que tenga una forma toroidal y también proporcionar una superficie posterior que tenga una forma toroidal, pero cuyas curvaturas horizontal y vertical se ajustan para producir una potencia de vértice posterior cero en el centro. Por ejemplo, para una porción de lente de 3 mm de grosor con una superficie frontal de 5 dioptrías x 2,5 dioptrías (horizontal x vertical), se puede proporcionar una superficie posterior de 5,05 dioptrías x 2,51 dioptrías. Para este ejemplo,

se supone que la parte más gruesa (3 mm) de la porción de lente está en un centro geométrico. Cabe señalar que el desplazamiento vertical del punto más grueso se puede hacer para proporcionar una desviación prismática vertical cero para una línea de visión predeterminada deseada en la posición de uso.

- 5 Para una pantalla protectora ejemplar que comprende una porción arqueada de lente que tiene una curvatura que varía horizontalmente con una superficie frontal como se describió anteriormente con referencia a la fig. 12 y a la fig. 13, se puede lograr una baja distorsión óptica al proporcionar una superficie posterior con $z_0(x)$ como un círculo de 5,05 dioptrías y usando

$$P(\theta) = \begin{matrix} 2,51 & |\theta| \leq 48,8 \\ 2,51 \left(1 - \frac{(|\theta| - 48,8)^3}{(90 - 48,8)^3} \right) & |\theta| > 48,8 \end{matrix}$$

- 10 Esto proporciona una porción arqueada de lente ejemplar cuyo borde interior y bordes temporales exteriores en ambos lados son ambos verticalmente planos.

- 15 La fig. 15 muestra un mapa de una potencia de vértice posterior de esta porción arqueada de lente ejemplar y la fig. 16 muestra un mapa de un astigmatismo de vértice posterior. La extensión horizontal en el ejemplo dado cubre un semicírculo completo del meridiano horizontal. Cabe señalar que, a pesar de un cambio rápido en la curvatura vertical en la periferia de la pantalla, como lo ilustra la curva 66 en la fig. 12, la potencia óptica y el astigmatismo pueden mantenerse a un nivel por debajo de un umbral de borrosidad notable en el ser ojo del ser humano y, en particular, muy por debajo de los estándares comunes para dispositivos ópticos. Por lo tanto, se puede proporcionar una cantidad muy baja de distorsión óptica con la pantalla protectora que comprende la porción arqueada de lente que tiene una curvatura vertical que varía horizontalmente como se describe en este documento.

- 20 Se entenderá que los conceptos divulgados en este documento pueden tener una aplicación más amplia que solo la de los visores de hockey que se citan en este documento con fines ilustrativos. Cualquier pantalla que se conecta a un casco o armazón, en particular en una sien extrema, puede beneficiarse de la variación horizontal propuesta de una curvatura vertical, en particular de un aplanamiento vertical. Por ejemplo, este concepto también se puede aplicar a las gafas de esquí o también se puede usar en lentes protectoras individuales. Sin embargo, ventajosamente se proporciona una pantalla protectora que tiene una única porción arqueada de lente que, en una sola orientación, se curva sobre ambos ojos y ventajosamente también sobre la nariz del usuario.

- 25 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, dicha ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas; la invención no se limita a las realizaciones descritas. Los expertos en la técnica pueden entender y realizar otras variaciones de las realizaciones descritas al llevar a la práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la exposición y las reivindicaciones adjuntas.

- 30 En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un", "uno", "una" no excluye una pluralidad. Un solo elemento u otra unidad puede cumplir las funciones de varios elementos enumerados en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse con ventaja.

- 35 Un programa de ordenador puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse en otras formas, tal como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicaciones por cable o inalámbricos.

Cualesquiera signos de referencia en las reivindicaciones no deben considerarse como limitantes del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Una pantalla protectora (10) para montar delante de la cara de un usuario (20) en una orientación como se usa, extendiéndose la pantalla sobre los ojos (21) del usuario, comprendiendo la pantalla protectora
- 5 al menos una porción arqueada (12) de lente que, en la orientación como se usa, se curva sobre un ojo del usuario, teniendo la porción arqueada de lente una primera curvatura horizontal que se extiende en una dirección horizontal y una segunda curvatura vertical, que se extiende en una dirección vertical; en donde las curvaturas respectivas se refieren a una curvatura de una superficie frontal o posterior de la porción arqueada de lente; en donde dicha segunda curvatura vertical es una curvatura vertical (κ) que varía horizontalmente.
- 10 caracterizada por que la pantalla protectora está adaptada para usar en un casco protector (1), teniendo el casco lados temporales (13A, 13B) izquierdo y derecho; en donde la porción arqueada (12) de lente es una sola porción arqueada de lente que, en la orientación como se usa, se curva sobre los ojos (21) y nariz (22) del usuario (20) y se extiende hacia los lados temporales izquierdo y derecho del casco; y en donde la porción arqueada (12) de lente comprende un borde (14) horizontal plano; y
- 15 en donde la curvatura vertical (κ) disminuye horizontalmente desde una región central (19) de la porción arqueada (12) de lente hacia una región lateral temporal en la orientación como se usa.
2. La pantalla protectora según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la porción arqueada de lente es una porción de lente plano o afocal.
3. La pantalla protectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el borde horizontal plano (14), tiene una curvatura vertical (κ) de al menos una de menos de $\pm 0,5$ dioptrías, y de menos de $\pm 0,25$ dioptrías.
- 20 4. La pantalla protectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la curvatura vertical (κ) varía horizontalmente a lo largo de una curva de intersección (15, 16) de la porción arqueada (12) de lente y un plano horizontal que, en la orientación como se usa, comprende los ojos (21) del usuario.
5. La pantalla protectora según la reivindicación 4, en la que la curvatura vertical (κ) varía horizontalmente a lo largo de la curva de intersección (15, 16) en función de un ángulo horizontal (α) entre una superficie normal (17) de la porción arqueada (12) de lente en dicha curva de intersección y una línea (23) de visión horizontal de un ojo (21) del usuario en una posición primaria.
- 25 6. La pantalla protectora según la reivindicación 4 o 5, en la que la curvatura vertical (κ) en una posición horizontal en la curva de intersección (15, 16) es la curvatura de la porción arqueada (12) de lente en un plano ortogonal al plano horizontal y que contiene la superficie normal (17) de la porción arqueada de lente sobre dicha curva de intersección.
- 30 7. La pantalla protectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la curvatura vertical (κ) de la porción arqueada (12) de lente varía en al menos una de al menos 0,5 dioptrías, al menos 1 dioptría, y al menos 2 dioptrías.
8. La pantalla protectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la curvatura vertical (κ) de la porción arqueada (12) de lente varía linealmente con el ángulo (α) o cuadrática con el ángulo (α) o cúbica con el ángulo (α).
- 35 9. La pantalla protectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la porción arqueada (12) de lente comprende una región central ($\pm \beta$, 19) que tiene una curvatura vertical (κ) sustancialmente constante.
10. La pantalla protectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la curvatura vertical (κ) varía horizontalmente dentro de una región de campo de visión ($\pm \gamma$) del usuario (20).
- 40 11. La pantalla protectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha porción arqueada (12) de lente proporciona al menos una de:
- (a) una potencia máxima de vértice posterior de al menos una de menos de $\pm 0,12$ dioptrías, menos de $\pm 0,09$ dioptrías, y menos de $\pm 0,06$ dioptrías; y
- (b) un astigmatismo de al menos una de menos de 0,12 dioptrías, menos de 0,09 dioptrías, y menos de 0,06 dioptrías.
- 45 12. Un casco protector (1) que comprende la pantalla protectora (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
13. El casco protector según la reivindicación 12, que es un casco deportivo o un casco de hockey.
14. Un método (70) implementado por ordenador para diseñar una pantalla protectora (10) para montar delante de la cara de un usuario (20) en una orientación como se usa, extendiéndose la pantalla sobre los ojos (21) del usuario, en donde la pantalla comprende al menos una porción arqueada (12) de lente, comprendiendo el método las etapas de:

determinar un plano vertical y un plano horizontal de la pantalla protectora en una orientación como se usa (S71);

diseñar al menos dicha porción arqueada (12) de lente de modo que, en la orientación como se usa, se curva sobre un ojo del usuario, teniendo la porción arqueada de lente una primera curvatura horizontal que se extiende en una dirección horizontal y una segunda curvatura vertical que se extiende en una dirección vertical; en donde las curvaturas respectivas se refieren a una curvatura de una superficie frontal o posterior de la porción arqueada de lente;

5 determinar la curvatura vertical de tal manera que dicha curvatura vertical sea una curvatura vertical (κ) que varía horizontalmente;

en donde la pantalla protectora está adaptada para usar en un casco protector (1); teniendo el casco lados temporales (13A, 13B) izquierdo y derecho; en donde la porción arqueada (12) de lente es una sola porción arqueada de lente que, en la orientación como se usa, se curva sobre los ojos (21) y nariz (22) del usuario (20) y se extiende hacia los lados temporales izquierdo y derecho del casco; y en donde la porción arqueada (12) de lente comprende un borde (14) horizontal plano; y

10 en donde la curvatura vertical (κ) disminuye horizontalmente desde una región central (19) de la porción arqueada (12) de lente hacia una región lateral temporal en la orientación como se usa.

15 15. Un producto de programa informático que comprende medios de código de programa para hacer que un ordenador lleve a cabo las etapas del método (70) según se reivindica en la reivindicación 14 cuando dicho programa informático se ejecuta en el ordenador.

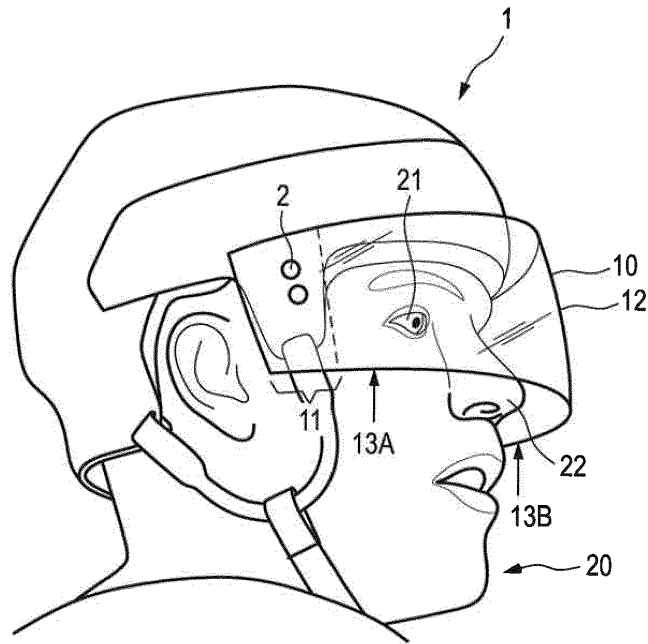


Fig. 1

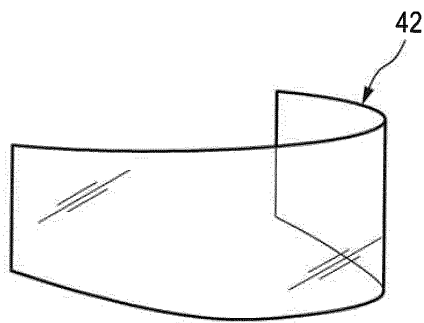


Fig. 2A

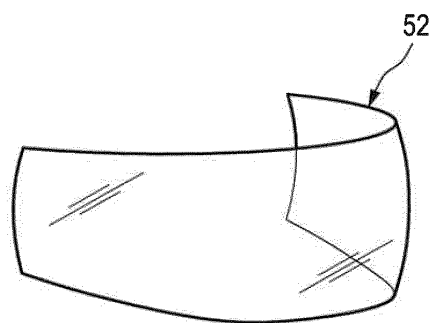


Fig. 2B

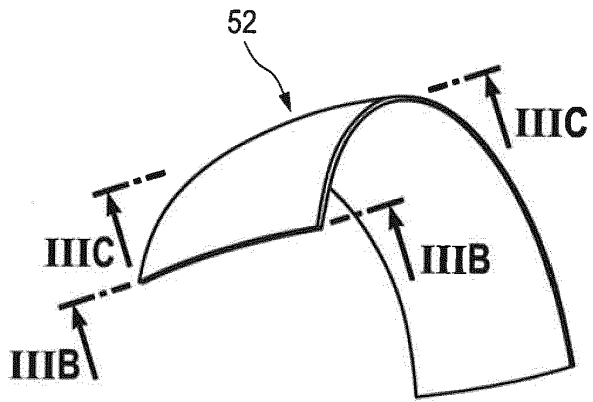


Fig. 3A

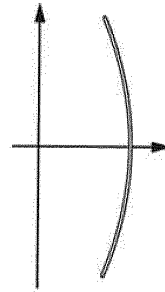


Fig. 3B

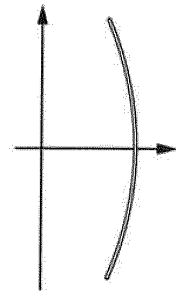


Fig. 3C

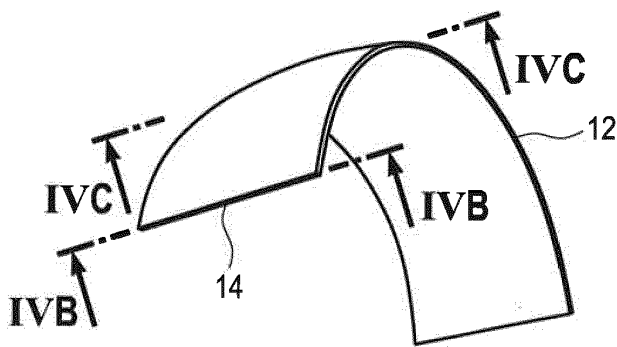


Fig. 4A

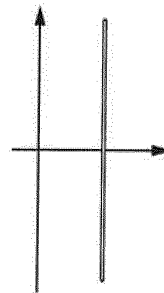


Fig. 4B

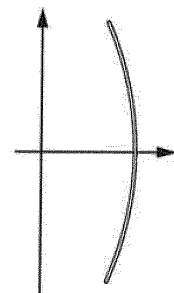


Fig. 4C

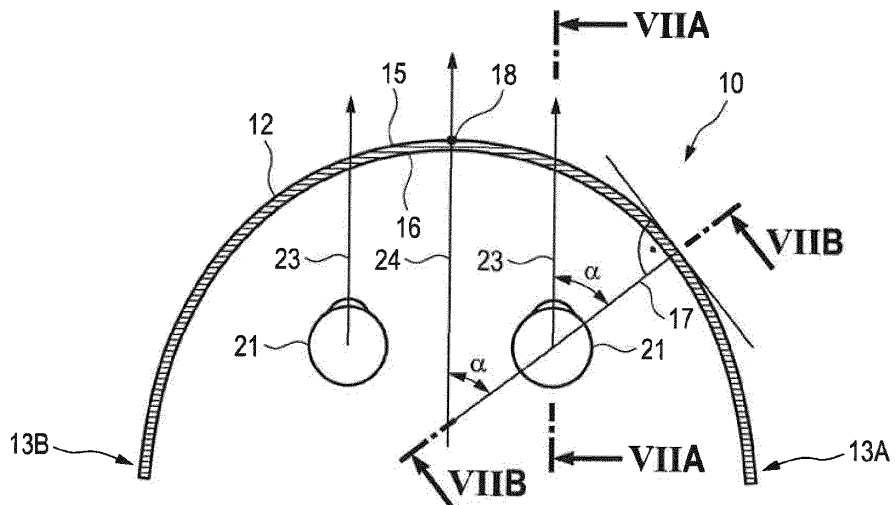


Fig. 5

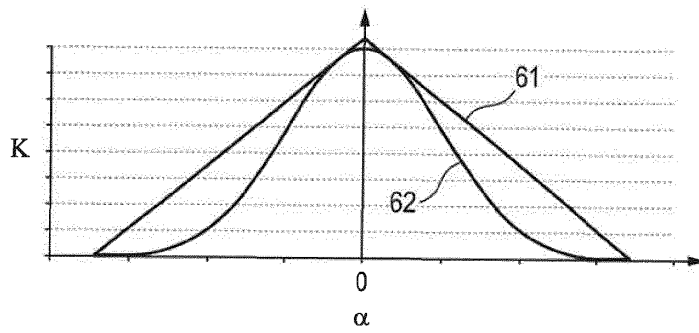


Fig. 6

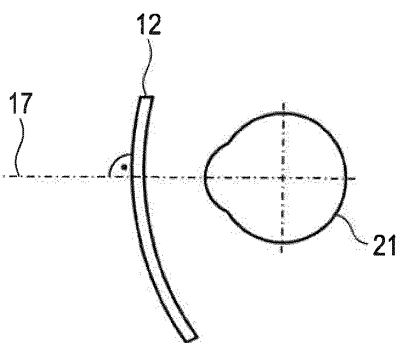


Fig. 7A

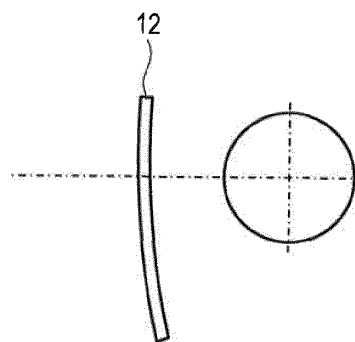


Fig. 7B

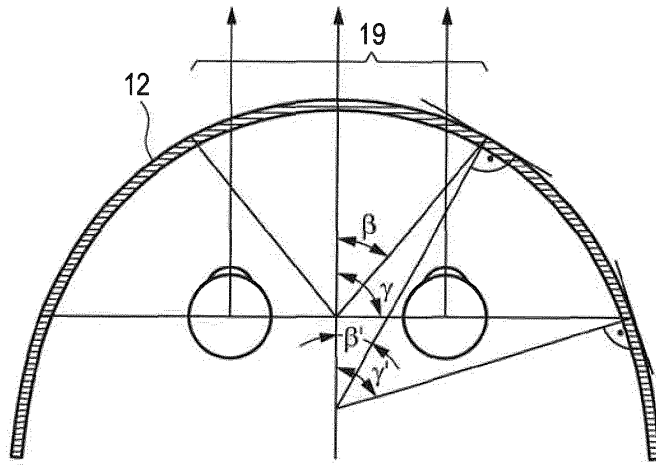


Fig. 8

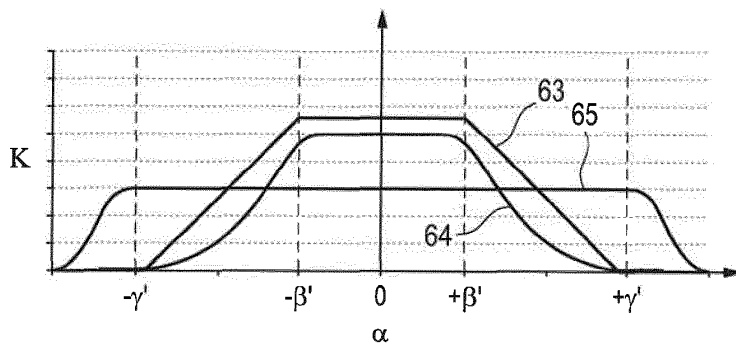


Fig. 9

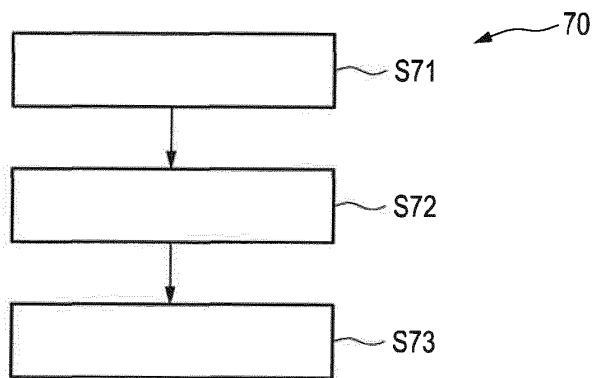


Fig. 10

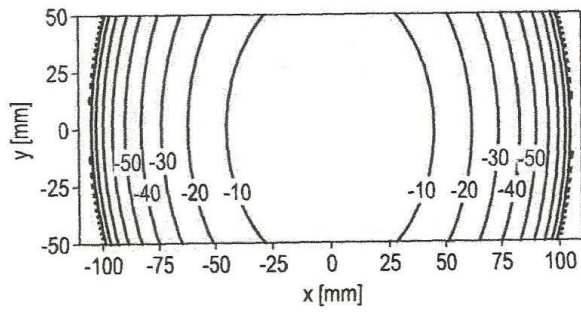


Fig. 11

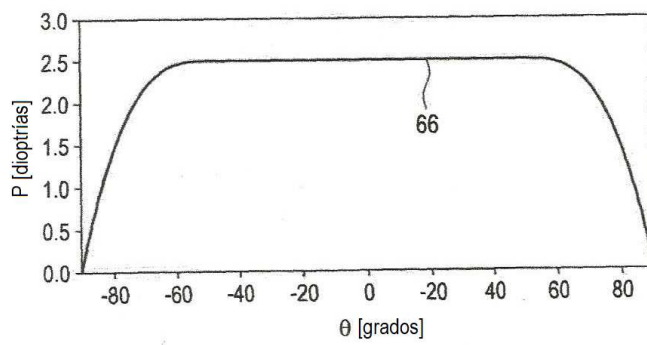


Fig. 12

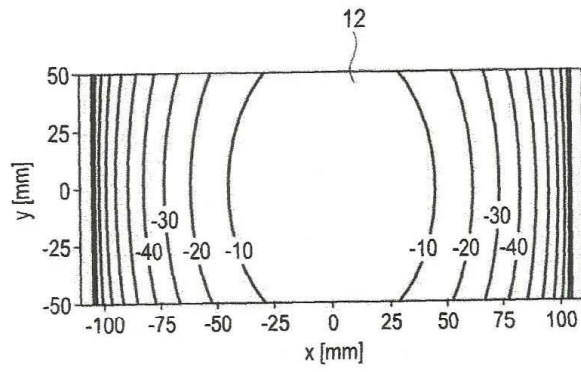


Fig. 13

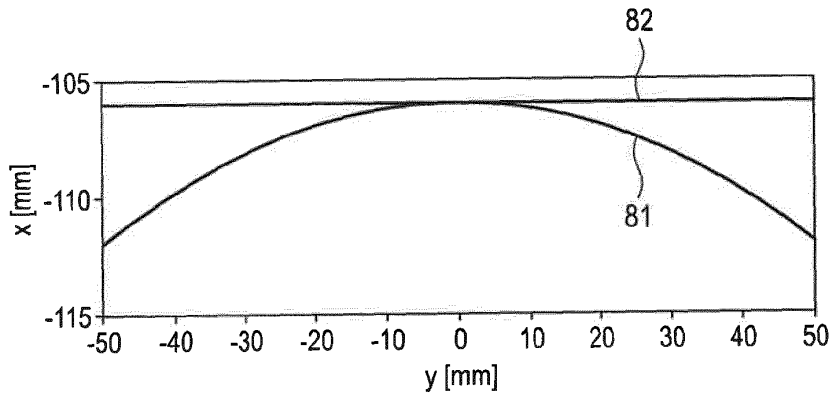


Fig. 14

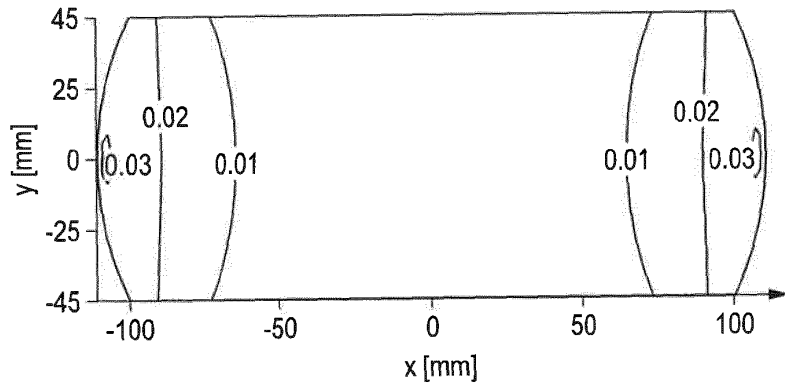


Fig. 15

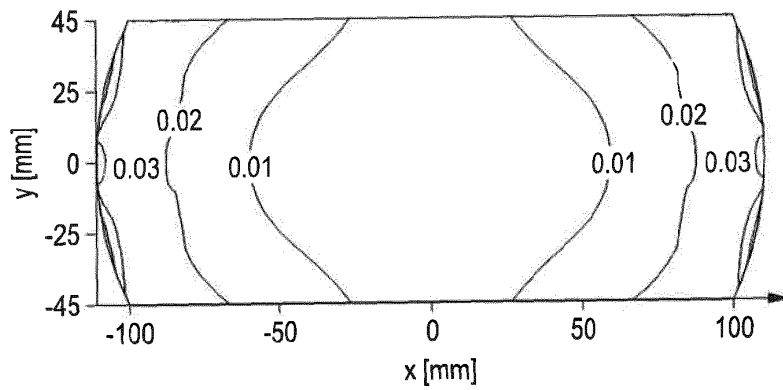


Fig. 16