

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 413**

51 Int. Cl.:

**G02C 7/02** (2006.01)

**G02B 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2013 E 13160400 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2645154**

54 Título: **Procedimiento para el diseño de una lente de gafas y lente de gafas**

30 Prioridad:

**29.03.2012 DE 102012102743**  
**29.03.2012 US 201261617316 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.05.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KELCH, GERHARD**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 571 413 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**

Procedimiento para el diseño de una lente de gafas y lente de gafas

La presente invención se refiere, según un primer aspecto, a un procedimiento para el diseño de una lente de gafas para un usuario, presentando la lente de gafas un primer elemento de lente y al menos un segundo elemento de lente, presentando el primer elemento de lente una superficie anterior y una superficie posterior dotada de una primera zona de superficie posterior y de una segunda zona de superficie posterior, presentando el segundo elemento de lente una superficie anterior y una superficie posterior, ajustándose la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente y la superficie anterior del segundo elemento de lente la una a la otra, estando la superficie anterior de la lente de gafas formada por la superficie anterior del primer elemento de lente y configurándose una superficie posterior de la lente de gafas en una zona de base de la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente y en una zona acromática de la superficie posterior del segundo elemento de lente.

La presente invención se refiere además, según un segundo aspecto, a un procedimiento para la fabricación de una lente de gafas que emplea el procedimiento para el diseño de una lente de gafas conforme al primer aspecto.

De acuerdo con un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un producto de programa de ordenador con un código de programa para la puesta en práctica del procedimiento para el diseño de una lente de gafas conforme al primer aspecto de la invención.

La presente invención se refiere también, según un cuarto aspecto, a una lente de gafas con un primer elemento de lente y al menos un segundo elemento de lente, fabricándose el primer elemento de lente de un primer material y el segundo elemento de lente de un segundo material, actuando el primer material y el segundo material al menos en parte de forma acromática, presentando el primer elemento de lente una superficie anterior y una superficie posterior dotada de una primera zona de superficie posterior y de una segunda zona de superficie posterior, presentando el segundo elemento de lente una superficie anterior y una superficie posterior, ajustándose la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente y la superficie anterior del segundo elemento de lente la una a la otra, estando la superficie anterior de la lente de gafas formada por la superficie anterior del primer elemento de lente y configurándose una superficie posterior de la lente de gafas en una zona de base de la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente y en una zona acromática de la superficie posterior del segundo elemento de lente, presentando la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente una primera tangente en al menos un primer punto de transición entre la zona de base y la zona acromática en un primer plano de sección transversal de la lente de gafas y presentando la superficie posterior de al menos un segundo elemento una segunda tangente en al menos un primer punto de transición en el primer plano de sección transversal.

La presente invención se refiere además a unas gafas con una montura y con al menos una lente de gafas según el cuarto aspecto.

Es comúnmente conocido que, debido a la dependencia de la longitud de ondas del índice de refracción del material óptico del que se fabrica, una lente de gafas provoca errores cromáticos si la lente de gafas se fabrica con un único elemento de lente. Entre los errores cromáticos cuenta el error cromático longitudinal que genera diferentes focos para distintas longitudes de onda de la luz. Este error también se define como desviación del eje o aberración cromática longitudinal. Además del error cromático longitudinal se produce, como error cromático, el error cromático transversal que se expresa en forma de halos de color o bordes de color en el plano focal, en el caso de una lente de gafas en la retina del ojo, que el usuario de las gafas percibe y que, a partir de cierta intensidad, le resulta molesto. El error cromático transversal se define también como diferencia cromática de aumento o aberración cromática transversal.

Una estimación de la anchura del halo de color o del error cromático transversal que se produce se puede indicar según la literatura especializada corriente, por ejemplo Diepes / Blendowske, "Óptica y Técnica de las Gafas", Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg, Alemania 2005, Capítulo 5.3, con la fórmula:

$$\Delta\delta_{chrom} = \frac{\delta_e}{V_e}$$

siendo  $\Delta\delta_{chrom}$  una anchura del halo de color en  $\frac{cm}{m}$  proporcional a un efecto prismático  $\delta_e$  en el punto analizado y al valor inverso del número de Abbe del material analizado. El efecto prismático y el número de Abbe se refieren a la misma longitud de onda, en la fórmula que antecede a la línea-e, es decir, a una longitud de onda de 546,074 nm.

En lentes de gafas de poco grosor el error cromático transversal no molesta a los usuarios de las gafas. Sin embargo, los errores cromáticos, especialmente los errores cromáticos transversales, se incrementan con el aumento del efecto prismático. Por otra parte, las lentes de gafas, aunque la receta biselada no muestre ninguna corrección prismática, pueden presentar, en caso de grandes ángulos de visión, errores cromáticos transversales debidos a efectos prismáticos secundarios según la regla de Prentice, sin importar si la vista defectuosa a corregir se basa en una miopía o en una presbicia.

Hoy en día se emplean con frecuencia materiales de alto índice de refracción, especialmente plásticos o tipos de vidrio de alto índice de refracción para que las lentes de gafas sean, por razones cosméticas, lo más finas posible.

Sin embargo, precisamente en los materiales de alto índice de refracción aumenta también claramente el error cromático transversal, dado que el aumento del índice de refracción va acompañado generalmente por un número de Abbe menor.

5 Por este motivo es deseable que el error cromático transversal provocado por una lente de gafas al menos se atenúe.

En el campo de los objetivos, por ejemplo para cámaras, se conoce el método de corregir errores cromáticos por medio de las así llamadas lentes acromáticas. Por lentes acromáticas se entiende en óptica un sistema formado por al menos dos lentes de materiales que presentan un número de Abbe distinto y/o un índice de refracción distinto y, por consiguiente, un comportamiento de dispersión distinto. Una de las dos lentes es una lente convergente fabricada habitualmente de un material con un número de Abbe mayor, por ejemplo vidrio crown, y la otra lente es una lente cóncava de un material con un número de Abbe menor y, por lo tanto, con una dispersión más fuerte que la de la lente convergente, fabricándose dicha lente, por ejemplo, de vidrio flint.

Las dos lentes se forman y se unen por sus superficies complementarias de manera que el error cromático se anule del mejor modo posible para dos longitudes de onda. Las dos lentes actúan así conjuntamente de forma acromática.

15 Por "actuando al menos en parte de forma acromática" o "actúan de forma acromática" se entiende en el sentido de la presente invención que el error cromático transversal o los errores cromáticos no se eliminan necesariamente por completo, sino que al menos se atenúan.

Las lentes acromáticas usuales antes descritas no son aptas para el empleo como lentes de gafas. Puesto que estas lentes acromáticas se componen de dos lentes completas poseen un grosor correspondiente y, por lo tanto, un peso demasiado elevado.

La lente revelada en la memoria impresa GB 487 546 A se compone de dos elementos de lente que presentan fundamentalmente el mismo índice de refracción, fabricándose uno de los elementos de lente de vidrio crown con un índice de refracción de 1,61, aproximadamente, y una dispersión relativa recíproca de 36, aproximadamente. El otro elemento de lente es de vidrio flint con un índice de refracción de 1,61, aproximadamente, y una dispersión relativa recíproca de 50, aproximadamente. El elemento de lente mencionado en primer lugar es un elemento de lente dispersor y el elemento de lente mencionado en segundo lugar es un elemento de lente colector. Los dos elementos de lente se unen entre sí en sus superficies complementarias.

La lente así fabricada presenta una superficie posterior, es decir, una superficie orientada hacia el ojo del usuario, formada completamente por el elemento de lente dispersor, mientras que la superficie anterior de la lente, es decir, la cara de la lente alejada del ojo del usuario, está formada por la superficie de la lente colector y, por su borde, por la superficie de la lente dispersora. Esta lente sigue presentando el inconveniente de estar formada por dos elementos de lente, con lo que resulta relativamente gruesa y tiene un peso elevado.

De la reducción de errores cromáticos de lentes de gafas se ocupa también el artículo "Hybrid diffractive-refractive achromatic spectacle lenses", W.N. Charman, Ophtal. Opt. 1994, tomo 14, páginas 389 a 392. Allí se subraya que las lentes acromáticas que presentan una lente de índice de refracción reducido y elevado número de Abbe y una lente de índice de refracción elevado y bajo número de Abbe, siendo una de las lentes dispersora y la otra colector, no se puede emplear como lentes de gafas por no cumplir el deseo de un grosor y un peso reducidos de las lentes de gafas. Para remediar los inconvenientes de las lentes acromáticas se propone combinar una lente refractiva con un elemento difractivo, pudiendo tener la combinación de lente refractiva y elemento difractivo esencialmente el mismo grosor y el mismo peso que la lente refractiva por sí sola.

Sin embargo, en lo que se refiere a su fabricación una lente de gafas compuesta por una lente refractiva y un elemento difractivo resulta muy complicada, dado que el elemento difractivo se tiene que fabricar con mucha precisión para evitar que el elemento difractivo provoque otras aberraciones.

45 Por este motivo la invención se basa en la tarea de proponer un procedimiento perfeccionado para el diseño de una lente de gafas, un procedimiento perfeccionado para la fabricación de una lente de gafas, una lente de gafas perfeccionada y unas gafas perfeccionadas que, a pesar del efecto al menos en parte acromático, presente un grosor lo más reducido posible y un peso lo más reducido posible, proporcionando al usuario de la lente de gafas una visión agradable y, en lo posible, sin molestias.

Por lo tanto, según un primer aspecto de la invención se propone ampliar el procedimiento inicialmente descrito con los siguientes pasos:

- primera determinación de un primer material del primer elemento de lente y de un segundo material de al menos un segundo elemento de lente,
- determinación de al menos un primer punto de transición entre la zona de base y la zona acromática por la superficie posterior de la lente de gafas, pasando un primer plano de sección transversal de la lente de gafas por el primer punto de transición,
- primera determinación de un ángulo de borde de cuña entre la superficie posterior de al menos un segundo elemento de lente y la superficie anterior del segundo elemento de lente en el primer punto de transición en el primer plano de sección transversal y determinación de un ángulo de plegado entre una tangente de la

primera zona de superficie posterior en el primer plano de sección transversal en el primer punto de transición y una tangente de la superficie posterior de un segundo elemento de lente del primer plano de sección transversal en el primer punto de transición de manera que un efecto prismático de la lente de gafas en la zona de base en el primer punto de transición corresponda para el usuario al efecto prismático de la lente de gafas en la zona acromática en el primer punto de transición,

- segunda determinación de un cuarto radio de curvatura de la superficie posterior del segundo elemento de lente en el primer plano de sección transversal en el punto de transición,
- segunda determinación de un tercer radio de curvatura de la superficie anterior del segundo elemento de lente de una segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente en el primer plano de sección transversal en el punto de transición de manera que un efecto esférico y un efecto astigmático de la lente de gafas en la zona de base en el punto de transición corresponda para el usuario a un efecto esférico y a un efecto astigmático de la lente de gafas en la zona acromática en el punto de transición.

La terminología empleada en el marco de la presente solicitud corresponde, a no ser que se diga lo contrario, a las definiciones de la norma DIN EN ISO 13666:1998-11 del Instituto Alemán de Normalización DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Una "lente de gafas" define un anteojo que se lleva delante del ojo, pero no en contacto con el ojo, compárese capítulo 8.1.2 de la norma DIN EN ISO 13666. En el marco de la presente invención también se entiende por "lente de gafas" una lente de gafas acabada según el punto 8.4.6 de la norma DIN EN ISO 13666. Por lo tanto se trata de una lente de gafas con dos superficies ópticas acabadas. Se puede tratar de una lente de gafas antes o después del tratamiento del borde. Las lentes de gafas siempre se suministran por parte de un laboratorio grande a las ópticas en forma de las así llamadas lentes de gafas sin borde o lentes de gafas acabadas de borde no trabajado. Por regla general, la lente de gafas sin borde presenta una forma de borde circular o elíptica. En la propia óptica las lentes de gafas sin borde se ajustan a una montura determinada mediante un tratamiento del borde, con lo que adquieren su tamaño y forma definitivas.

Por el concepto de "eje óptico" se entiende una recta situada de forma perpendicular sobre las dos superficies ópticas de una lente de gafas, a lo largo del cual pasa la luz no desviada por la lente de gafas, compárese el punto 4.8 de la norma DIN EN ISO 13666.

Por "plano meridiano" se entiende, según 5.7.2 de DIN EN ISO 13666, cualquier plano que comprende el eje óptico de una lente de gafas.

Por el concepto "número de Abbe" se entiende el número de Abbe según el punto 4.7 de la norma DIN EN ISO 13666. Éste se puede describir, por ejemplo, por medio de la fórmula

$$V = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

siendo  $n_e$  el índice de refracción de la línea-e de mercurio verde (longitud de onda 546,07 nm),  $n_{F'}$  el índice de refracción de la línea F' de cadmio (longitud de onda: 479,99 nm) y  $n_{C'}$  la línea C' de cadmio roja (longitud de onda: 643,85 nm).

Por un "plano de sección transversal" se entiende en el marco de la presente invención una sección transversal a través de la lente de gafas situado paralelo a una dirección de mirada principal prevista de un usuario a través de la lente de gafas. En el caso del plano de sección transversal se puede tratar de un plano meridiano, si la lente de gafas presenta un eje óptico. Si la lente de gafas no presenta ningún eje óptico, el plano de sección transversal puede contener el centro geométrico según el punto 5.5 de la norma DIN EN ISO 13666, en concreto el punto de intersección de la línea central horizontal y vertical de la caja, con referencia a la forma de la lente de gafas sin borde. Un "eje central geométrico" pasa por el punto central geométrico paralelo a una dirección de mirada principal a través de la lente de gafas. Como consecuencia, el plano de sección transversal puede contener el punto de mirada según el punto 5.11 de la norma DIN EN ISO 13666, en concreto el punto de intersección de la línea de fijación y la superficie posterior de la lente de gafas.

Por "línea de fijación" se entiende, según el punto 5.32 de la norma DIN EN ISO 13666, la línea que une el centro de la fovea con el centro de la pupila de salida del ojo y cuya continuación avanza desde el centro de la pupila de entrada hasta el espacio de objeto.

Por "punto de mirada principal" se entiende en el marco de la presente invención el punto situado en la superficie posterior de la lente de gafas en el que la línea de fijación cruza la superficie posterior de la lente de gafas cuando el ojo adopta una posición relajada. Conforme al punto 5.31 de la norma DIN EN ISO 13666 ésta se define como "posición primaria", en concreto una posición del ojo en relación con la cabeza para el caso de que los ojos miren en dirección recta un objeto que se encuentra a la altura de los ojos.

En el caso de una descentración según el punto 5.23 de la norma DIN EN ISO 13666 de la lente de gafas, el punto de centrado exigido difiere del punto central geométrico según el sistema de caja en la forma de la lente de gafas con borde, compárese punto 5.23 correspondiente de la "descentración" con el punto 5.20 correspondiente al "punto de centrado" de la norma DIN EN ISO 13666. En especial, el plano de sección transversal puede presentar el "punto

de adaptación” conforme al punto 5.24 de la norma DIN EN ISO 13666, precisamente el punto de la superficie anterior de la lente de gafas o de la lente de gafas sin borde que, según las indicaciones del fabricante, debe servir de punto de referencia para el posicionamiento de la lente de gafas delante del ojo. La posición del punto de adaptación se suele indicar por medio de una marca de señalización legible en la lente de gafas .

5 Los conceptos de “superficie anterior” y “superficie posterior” se orientan en el marco de la presente solicitud en la superficie del primer elemento de lente en la que se aplica el segundo elemento de lente. El segundo elemento de lente se aplica siempre en la superficie posterior del primer elemento de lente. Por consiguiente, una superficie opuesta al segundo elemento de lente del primer elemento de lente es siempre la superficie anterior del primer elemento de lente. La superficie del segundo elemento de lente ajustada al primer elemento de lente es siempre la superficie anterior del segundo elemento de lente. La cara opuesta al primer elemento de lente del segundo elemento de lente es siempre la cara posterior del segundo elemento de lente.

15 Así resulta que en el marco de la presente solicitud los conceptos “superficie anterior” y “superficie posterior” pueden coincidir, pero no tienen que hacerlo obligatoriamente, con los de la norma DIN EN ISO 13666. Por “superficie anterior” se entiende según el punto 5.8 de la norma DIN EN ISO 13666 la superficie de la lente de gafas que, de acuerdo con lo previsto, se encuentra en las gafas alejada del ojo. Conforme al punto 5.9 de la norma DIN EN ISO 13666 se entiende por “superficie posterior” la superficie de una lente de gafas orientada en las gafas hacia el ojo. Por lo tanto, los conceptos de la solicitud coinciden con los de la norma DIN EN ISO 13666, si en definitiva el segundo elemento de lente se dispone por el lado del ojo del primer elemento de lente. Si se trata de disponer el segundo elemento de lente por el lado alejado del ojo, el significado es precisamente el contrario. En este caso, la “superficie anterior” sería, en el marco de la solicitud, la superficie posterior en el sentido de la norma DIN EN ISO 13666 y la “superficie posterior” sería, en el marco de la solicitud, la superficie anterior en el sentido de la norma DIN EN ISO 13666.

25 Por “efecto prismático” se entiende, según el punto 10.9 de la norma DIN EN ISO 13666, la desviación prismática junto con la posición básica de la desviación prismática. Conforme al punto 10.8 se entiende por “desviación prismática” el cambio de dirección de un rayo de luz como consecuencia de la refracción. Cuando se habla de un efecto prismático en relación con un plano de sección transversal o en un plano de sección transversal, se entiende por ello la desviación prismática en el correspondiente plano de sección transversal. La posición básica se define según el punto 10.7 de la norma DIN EN ISO 13666 y se puede indicar, por ejemplo, en coordenadas polares de acuerdo con el esquema de TABO, el sistema de grados de arco semicircular conocido por todos los expertos en la materia.

30 Por “efecto dióptrico” se entiende la suma del efecto de enfoque y del efecto prismático de una lente de gafas, compárese el punto 9.3 de la norma DIN EN ISO 13666.

35 El concepto del “efecto de enfoque” describe la suma del efecto esférico y del efecto astigmático de una lente de gafas en un punto determinado, compárese el punto 9.2 de la norma DIN EN ISO 13666. Los conceptos “efecto esférico” y “efecto astigmático” se refieren a las definiciones de los puntos 11 y 12 de la norma DIN EN ISO 13666.

Por “ajustarse” se entiende que dos superficies se unen o se disponen una al lado de la otra sin que entre las dos se forme un espacio de aire. Por lo tanto, las dos superficies de los elementos de lente adyacentes se configuran de forma complementaria.

Por “en un punto de transición” se entiende una aproximación infinitesimalmente pequeña al punto de transición.

40 Por “punto de transición” se entiende el punto en el que una superficie del primer elemento de lente y del segundo elemento de lente entran en contacto y se convierten la una en la otra.

45 Por “error cromático transversal molesto” se entiende un valor límite que se puede definir y a través del cual se define un error cromático transversal como molesto, por lo que se debe eliminar. Los valores de 0,25 cm/m o de unos 0,5 cm/m pueden ser ejemplos de este valor límite. El valor, a partir del cual un usuario percibe un error cromático transversal como molesto, varía individualmente Por regla general se define como molesto un error cromático transversal mayor de 0,25 cm/m.

50 Por el concepto “para un usuario” se entiende el efecto de la lente de gafas para el usuario para el que se diseña la lente de gafas. Por lo tanto, este cálculo “para un usuario” se realiza sobre la base de los datos del usuario. Estos datos del usuario definen especialmente una posición del punto de rotación del ojo respecto a la lente de gafas. La posición del punto de rotación del ojo se indica en especial como distancia respecto a la superficie posterior de la lente de gafas, En una lente de gafas de rotación simétrica el punto de rotación del ojo se encuentra, por ejemplo, a una cierta distancia de la superficie posterior de la lente de gafas en su eje óptico.

55 En el caso de los “datos del usuario” se puede tratar tanto de datos individuales del usuario como de datos estándar del usuario. Una lente de gafas de visión simple se puede diseñar, por ejemplo, con un determinado efecto dióptrico para datos estándar del usuario. Los datos individuales del usuario los suele registrar el óptico y éste los envía a un fabricante de gafas para el cálculo y diseño de la lente de gafas.

Por “de manera que para” en relación con la especificación de determinados efectos de la lente de gafas para un usuario se entienden los efectos para un rayo principal del usuario que pasa por punto de rotación del ojo. También

se considera una variación del error cromático transversal para el usuario para un rayo principal que pasa por el punto de rotación del ojo.

Por "plano normal" se entiende aquí el plano perpendicular al plano de la sección transversal. Un plano normal es, por ejemplo, un plano en el que se indica también la medida de caja de la lente de gafas. Si en el caso del plano normal se trata, por ejemplo, del plano X-Y, el plano de sección transversal se podría encontrar en el plano Y-Z.

Una "zona de posición del eje" o una "posición de eje" respecto a la posición del plano de sección transversal se entiende, de manera similar a la del esquema de TABO, como una posición angular dentro del plano normal. En la descripción de las figuras se explica mirando la figura 8.

Como ya se ha dicho antes, en el marco de la presente solicitud se entiende por "actuando al menos en parte de forma acromática" o "actúan de forma acromática" se entiende, en el sentido de la presente invención, que el error cromático transversal o los errores cromáticos no se eliminan necesariamente por completo, sino que al menos se o atenúan. El primer material del primer elemento de lente y el segundo material del segundo elemento de lente presentan por lo tanto índices de refracción distintos y números de Abbe distintos, siendo la longitud de onda la misma, por lo que el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente actúan al menos en parte de forma acromática.

De acuerdo con la invención, la superficie posterior presenta una "zona de base" y una "zona acromática". La "zona de base" se define como la zona de la superficie posterior de la lente de gafas formada por la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente. La "zona acromática" se define como la zona de la superficie posterior formada por la superficie posterior del segundo elemento de lente. Por consiguiente, en la zona acromática el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente actúan al menos en parte de forma acromática.

Por "diseño de base" de un primer elemento de lente se entienden en el marco de la presente solicitud los datos que describen el primer elemento de lente, con excepción del desarrollo de la segunda zona de superficie posterior. Por consiguiente, el diseño de base comprende un material del primer elemento de lente, los datos del desarrollo o de la geometría de la superficie anterior, los datos del desarrollo o de la geometría de la primera zona de superficie posterior y el grosor medio del primer elemento de lente. Además incluye la inclinación relativa de la superficie anterior y de la primera zona de superficie posterior o, dicho de manera más generalizada, la posición del sistema de coordenadas que describe la superficie anterior y del sistema de coordenadas que describe la primera zona de superficie posterior.

La "caja" o el "sistema de caja" es un sistema de medidas y definiciones basado en un rectángulo y formado por las tangentes horizontales y verticales en los cantos exteriores de la lente de gafas o del semiproducto de lente de gafas. La "línea central horizontal" es la línea que se encuentra a la misma distancia de las dos tangentes horizontales. La "línea central vertical" es la línea que se encuentra a la misma distancia de las dos tangentes verticales. El punto de intersección de la línea central vertical y de la línea central horizontal se define también como "punto central geométrico". En el caso de una caja para una lente de gafas con borde en una montura el punto de intersección también se define como "punto central según sistema de caja". Las definiciones correspondientes se encuentran en el punto 5 de la norma DIN EN ISO 13666. Una normalización más amplia de la medida de caja figura en la norma DIN EN ISO 8624. El "plano de montura" de unas gafas es el plano que comprende la línea central vertical de la primera lente de gafas o lente de gafas izquierda y la línea central vertical de la segunda lente de gafas o lente de gafas derecha. Otra normalización más amplia del sistema de caja o de la medida de caja y del plano de montura se explica en la norma DIN 58208-1.9.

Por el concepto de que el efecto esférico o el efecto astigmático "se corresponden" en la zona de base y en la zona acromática se entiende que los efectos relativamente se mantienen dentro de la gama de tolerancia de 0,1 dpt, siendo especialmente idénticas. Un efecto esférico en la zona de base puede ser en el punto de transición de +2,0 dpt. Con un efecto esférico en la zona acromática de más de +1,9 dpt y menos de en el punto de transición +2,1 dpt, los efectos aún "se corresponderían". En especial, los efectos son idénticos, es decir, en el ejemplo antes citado los efectos serían de +2,0 dpt. Por lo tanto, el concepto de "se corresponden" ha de entenderse como una gama de tolerancia con una diferencia de menos de 0,1 dpt.

De acuerdo con la invención se propone colocar en la superficie posterior de un primer elemento de lente un segundo elemento de lente y formar la lente de gafas con estos dos elementos de lente. Los dos elementos de lente actúan al menos en parte conjuntamente de forma acromática. Esto significa que el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente se fabrican de diferentes materiales y con distintos números de Abbe.

Para el usuario de la lente de gafas el efecto de la lente de gafas puede cambiar repentinamente si cambia su línea de mirada del primer elemento de lente o de la zona de base a la zona acromática con el segundo elemento de lente. En principio, tales saltos de efecto en un punto de transición o en una línea de transición formada por los puntos de transición entre la zona de base y la zona acromática son molestos para el usuario de la lente de gafas.

Es cierto que con el segundo elemento de lente ciertamente se puede reducir claramente un error cromático transversal; sin embargo, por otro lado se producen estos saltos de efecto percibidos como molestos en la línea de transición entre la zona de base y la zona acromática. Sin embargo, por medio del procedimiento propuesto según la invención es posible eliminar para el usuario de la lente de gafas todos estos saltos de efecto entre la zona de base y la zona acromática. De este modo mejora claramente la sensibilidad visual.

- 5 Esto se consigue especialmente renunciando en el diseño tradicional de las lentes de gafas a la constante diferenciabilidad de la superficie posterior de la lente de gafas exigida. Conforme a la invención se prevé que una tangente de la superficie posterior de la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente en la zona de base en el punto de transición del primer plano de sección transversal y una tangente de la superficie posterior del segundo elemento de lente en la zona acromática en el punto de transición del plano de sección transversal se puedan cruzar. Dicho con otras palabras, la superficie posterior de la lente de gafas presenta en el punto de transición un pliegue.
- 10 El ángulo entre las tangentes también se define como “ángulo de plegado”. Sorprendentemente este pliegue en la superficie posterior de la lente de gafas permite grados de libertad adicionales en el diseño que posibilitan un diseño de tal manera que desaparezcan para el usuario los saltos de efecto en el efecto prismático, efecto esférico y efecto astigmático en el punto de transición.
- 15 El procedimiento propuesto permite así proporcionar una lente de gafas que sólo requiere la puesta a disposición de un segundo elemento de lente en zonas en las que se ha comprobado que el error cromático transversal resulta molesto. En una lente de gafas de rotación simétrica se puede tratar, por ejemplo, de una zona periférica de la lente de gafas. Por lo tanto, el primer y el segundo elemento de lente no se tienen que cubrir por completo. La superficie posterior la forma en parte la superficie posterior del primer elemento de lente, en concreto en zonas en las que el error cromático transversal no resulta molesto para el usuario. En las demás zonas se dispone en la superficie posterior del primer elemento de lente al menos un segundo elemento de lente, reduciéndose en estas zonas también el error cromático transversal debido a la colaboración acromática al menos parcial del primer y del segundo elemento de lente. Al mismo tiempo se reduce el peso de toda la lente de gafas frente a una “lente acromática maciza”, en la que se unen entre sí dos elementos de lente por toda su superficie, dado que el segundo elemento de lente se prevé únicamente allí donde sea necesario. Gracias a la renuncia a la exigencia de una diferenciabilidad constante de la superficie posterior de la lente de gafas en los puntos de transición o en la línea de transición entre la zona de base y la zona acromática, se puede evitar tanto un efecto prismático como un salto en el efecto esférico y en el efecto astigmático. De esta manera se facilita una sensibilidad visual cómoda y sin molestias.
- 20 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se propone además un procedimiento para la fabricación de una lente de gafas que presente los pasos del diseño de la lente de gafas según el primer aspecto de la invención y los pasos de fabricación del primer elemento de lente, de fabricación de al menos un segundo elemento de lente y de unión del primer elemento de lente y del segundo elemento de lente.
- 25 De este modo se puede fabricar una lente de gafas que presenta las ventajas antes descritas.
- 30 Según un tercer aspecto de la invención se propone también un producto de programa de ordenador con código de programa, concebido para la realización de un procedimiento conforme al primer aspecto de la invención o de una de sus variantes de realización, cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta en un dispositivo de tratamiento de datos.
- 35 El producto de programa de ordenador permite de esta manera el diseño antes descrito de una lente de gafas y presenta las mismas ventajas.
- Conforme a un cuarto aspecto de la invención se propone perfeccionar la lente de gafas antes descrita por el hecho de que en el plano de sección transversal se crucen la primera tangente y la segunda tangente en un ángulo de plegado, siendo el ángulo de plegado inferior a  $90^\circ$ .
- 40 Como se ha descrito antes, con esta característica estructural se consigue que la lente de gafas no presente para un determinado usuario ningún tipo de salto de efecto en el punto de transición o en la línea de transición entre la zona de base y la zona acromática. Como ya se ha explicado, la superficie posterior de la lente de gafas no se puede diferenciar constantemente. Dicho con otras palabras, la superficie posterior de la lente de gafas presenta un pliegue en el primer punto de transición. Por lo tanto, el ángulo de plegado es mayor de  $0^\circ$ .
- 45 Una lente de gafas como ésta presenta las ventajas antes descritas, lo que significa que, a pesar de una clara reducción del error cromático transversal, se puede fabricar con un peso relativamente reducido, proporcionando al usuario además una impresión visual agradable dado que no se producen saltos de efecto entre la zona de base y la zona acromática.
- 50 De acuerdo con un quinto aspecto de la invención se proponen unas gafas con una montura, una primera lente de gafas y una segunda lente de gafas, siendo la primera lente de gafas y/o la segunda lente de gafas una lente de gafas según el cuarto aspecto, conteniendo el plano de sección transversal o cada plano de sección transversal de la respectiva lente de gafas un punto central según el sistema de caja de la respectiva lente de gafas y desarrollándose el mismo normalmente respecto a un plano de la montura de las gafas, mientras que el plano de la montura comprende las líneas centrales verticales de la caja de la primera y de la segunda lente de gafas.
- 55 Por lo tanto se resuelve del todo la tarea inicialmente planteada.
- En una variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el primer material del primer elemento de lente y el segundo material de al menos un segundo elemento de lente se determinen de manera que el primer elemento de lente y al menos un segundo elemento de lente actúen al menos en parte de forma acromática.

- De este modo se puede prever que el segundo elemento de lente se fabrique respectivamente de un segundo material, incluso en el supuesto de que se emplee más de un segundo elemento. Este elemento actúa entonces conjuntamente de forma acromática, al menos en parte, con el primer elemento de lente. Esto da lugar a que el primer material y el segundo material presente números de Abbe distintos. Como es lógico, alternativamente se puede prever que, en caso de disponer más de un segundo elemento de lente, éstos segundos elementos de lente distintos presenten respectivamente materiales diferentes. Sin embargo, cada segundo elemento de lente presenta en este caso un material con un número de Abbe distinto al del primer material del primer elemento de lente.
- En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el paso de la primera determinación incluya la determinación de un diseño básico del primer elemento de lente, presentando el diseño básico al menos la superficie anterior del primer elemento de lente y la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente.
- De esta manera se puede especificar en primer lugar el aspecto de la lente de gafas en la zona de base o el primer elemento de lente. Para este diseño básico se pueden averiguar para el usuario los errores cromáticos transversales y, por consiguiente, la posición de los puntos de transición o de la zona de base y de la zona acromática. El diseño básico puede ser, por ejemplo, un diseño concebido y optimizado de tal modo que ponga en práctica una corrección prescrita para el usuario.
- En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que la superficie anterior del primer elemento de lente sea esférica y que el paso de la primera determinación incluya una determinación de un primer radio de la superficie anterior del primer elemento de lente.
- Esta variante de realización permite una configuración geométrica sencilla de la superficie anterior de la lente de gafas y del primer elemento de lente. Además es posible fabricar una superficie anterior esférica como ésta con medios de producción sencillos. Una superficie anterior esférica de estas características de la lente de gafas en sí presenta naturalmente limitaciones en lo que se refiere a la clase y distribución de los efectos por la superficie anterior. Mediante la correspondiente configuración de la superficie posterior de la lente de gafas estos aspectos se pueden completar.
- Conforme a otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente sea esférica en la zona de base y que el paso de la primera determinación incluya una determinación de un segundo radio de la primera zona de superficie posterior.
- En dependencia de la corrección que la lente de gafas debe proporcionar al usuario es posible que una primera zona de superficie posterior así realizada ya resulte suficiente. Una primera zona de superficie posterior como ésta se podría fabricar a su vez con medios sencillos. Especialmente cuando tanto la superficie anterior del primer elemento de lente como la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente son esféricas, el primer elemento de lente presenta un eje óptico que pasa por el punto de rotación simétrica de las superficies anteriores y por el punto de rotación simétrica de la primera zona de superficie posterior.
- En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que en el paso de la primera determinación del ángulo de plegado, el ángulo de plegado se determine en función del primer material, de al menos un segundo material, de una modificación preestablecida del error cromático transversal para el usuario de la lente de gafas en el punto de transición, del efecto prismático del primer elemento de lente en el primer plano de sección transversal en la zona de base en el punto de transición, de un ángulo de inclinación de la superficie anterior del primer elemento de lente respecto a un plano normal del primer plano de sección transversal en un punto de perforación de la superficie anterior del primer elemento de lente de un rayo principal que parte de un punto de rotación del ojo del usuario a través de al menos un primer punto de transición y de un ángulo de inclinación de la primera zona de superficie posterior frente al plano normal en al menos un primer punto de transición.
- Una determinación del ángulo de plegado es sencilla y representa las condiciones físicas con suficiente precisión para proporcionar un resultado satisfactorio del diseño. Un cálculo para un rayo principal del ojo del usuario, es decir, un rayo que no experimenta una desviación óptica a través del ojo del usuario y que pasa por un punto de rotación del ojo del usuario grabado en los respectivos datos del usuario, permite un diseño de la lente de gafas correspondiente a los requisitos de precisión necesarios. La lente de gafas se diseña por medio de una pluralidad de rayos principales calculados para distintas direcciones de visión del ojo. La determinación propuesta del ángulo de plegado permite que las tangentes de la zona de base y de la zona acromática se crucen en el punto de transición del plano de sección transversal. Se abandona la exigencia de una diferenciabilidad permanente de la superficie posterior de la lente de gafas. De este modo es posible diseñar en el paso de la primera determinación el efecto prismático de la zona acromática en el plano de sección transversal de manera que en el punto de transición corresponda al efecto prismático de la zona de base en el plano de sección transversal. Por encima de la altura de la lente de gafas se obtiene así un desarrollo continuo del efecto prismático sin saltos. Cuando el usuario gira el ojo o la dirección de su mirada dentro del plano de sección transversal por encima de la altura de la lente de gafas, por ejemplo cuando fija un objeto en un campo visual periférico, no se produce en la zona de transición de la zona de base a la zona acromática ningún salto de efecto prismático que pudiera irritar al usuario o influir negativamente en su impresión visual.

En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el ángulo de plegado se determine, al menos de forma aproximada, mediante la ecuación

$$KW = Kh - Kv + w1 - w2$$

5  
siendo KW el ángulo de plegado en grados, Kh el ángulo del borde de cuña en grados, Kv otro ángulo de inclinación entre la superficie anterior del primer elemento de lente y la superficie anterior de al menos un segundo elemento de lente para un rayo principal que parte del punto de rotación del ojo del usuario en grados, w1 el ángulo de inclinación de la superficie anterior del primer elemento de lente frente a un plano normal del primer plano de sección transversal en un punto de perforación de la superficie anterior del primer elemento de lente de un rayo principal, que parte del punto de rotación del ojo del usuario, a través del primer punto de transición y w2 el ángulo de inclinación de la primera zona de la superficie posterior frente al plano normal en el primer punto de transición.

10  
En la ecuación precitada los ángulos Kh y Kv se emplean sin tener en consideración su signo, es decir, sólo se utiliza el valor del respectivo ángulo en grados. Los ángulos w1 y w2 presentan un signo. Los signos de w1 y w2 son positivos si señalan desde el plano X-Y o desde el plano normal en dirección del eje Z positivo hacia el ojo del usuario. Para el ángulo de plegado KW resulta el ángulo correspondiente en el plano de sección transversal. Un ángulo de plegado KW positivo significa, por lo tanto, que la superficie posterior de la lente de gafas presenta en el punto de transición un pliegue hacia el usuario. Para un ángulo de plegado KW negativo resulta, a la inversa, que la superficie posterior de la lente de gafas presenta en el punto de transición un pliegue que se aleja del usuario. Por decirlo con otras palabras, en una función z(y) en el plano de sección transversal de la superficie posterior de la lente de gafas, la inclinación de la zona acromática en el punto de transición es mayor que la inclinación de la zona de base en el punto de transición cuando el ángulo de plegado KW es positivo. Si la inclinación disminuye a través del punto de transición, el ángulo de plegado KW es negativo.

15  
De esta manera el ángulo de plegado ya se puede determinar de modo sencillo con una aproximación relativamente buena al diseñar la lente de gafas. Con ayuda de este ángulo de plegado determinado por medio de la aproximación antes descrita ya se puede fabricar una lente de gafas. Lógicamente también es posible emplear la solución aproximada así encontrada como valor inicial para una optimización basada en la solución aproximada. Una optimización iniciada por medio de una solución aproximada como la que se ha descrito antes conduce con mayor rapidez a un resultado que una optimización basada en otros valores iniciales.

20  
Por consiguiente, la aproximación antes descrita permite ahorrar recursos necesarios en el tratamiento electrónico de datos y reducir el tiempo de cálculo para encontrar una solución óptima.

25  
En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que en el paso de la primera determinación se determine el ángulo de borde de cuña en función del primer material, de al menos un segundo material y del cambio preestablecido del error cromático transversal de la lente de gafas en el punto de transición.

30  
De este modo no sólo es posible evitar un salto en el efecto prismático en el punto de transición del plano de sección transversal, sino que gracias a los grados de libertad, tanto del ángulo de plegado como del ángulo del borde de cuña, se puede conseguir un cambio preestablecido del error cromático transversal en o dentro del punto de transición. Así se puede establecer la reducción que el error cromático transversal experimenta en el punto de transición. Estos grados de libertad permiten al mismo tiempo establecer la reducción del error cromático transversal en el punto de transición en dependencia de la situación del punto de transición respecto a un borde de la lente de gafas y al valor límite de error cromático transversal fijado como molesto en la magnitud necesaria para que el error cromático transversal de la lente de gafas no se perciba como molesto en un campo de visión lo más amplio posible. La magnitud o el grosor, es decir, la extensión en dirección Z de al menos un segundo elemento de lente se puede mantener así con la medida mínima absolutamente necesaria. El ángulo de borde de cuña y el ángulo de plegado proporcionan por lo tanto grados de libertad en el diseño de la lente de gafas que permiten la puesta en práctica de un cambio preestablecido del error cromático transversal en el punto de transición y evitan además un salto de efecto prismático en el punto de transición.

35  
En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el ángulo de borde de cuña se determine, al menos de forma aproximada, por medio de la ecuación

$$Kh = 2 \cdot \arccos \left( \frac{nr - \cos\left(\frac{ah}{2}\right)}{\sqrt{1 + nr^2 - 2 \cdot nr \cdot \cos\left(\frac{ah}{2}\right)}} \right)$$

siendo  $K_h$  el ángulo de borde de cuña en grados,  $n_r$  el índice de refracción de al menos un segundo material con una longitud de onda de cálculo y  $a_h$  un ángulo de desviación en el plano de sección transversal, determinándose el ángulo de desviación, al menos de forma aproximada, por medio de la ecuación

$$5 \quad a_h = \arctan\left(\frac{P_h}{100}\right) \text{ und } P_h = \frac{\Delta \cdot n_{yg} \cdot n_{yr}}{n_{yg} - n_{yr}}$$

siendo  $\Delta$  un cambio preestablecido del error cromático transversal de la lente de gafas en el punto de transición,  $n_{yg}$  un número de Abbe del primer elemento de lente con una longitud de onda de cálculo y  $n_{yr}$  un número de Abbe de al menos un segundo elemento de lente con una longitud de onda de cálculo.

10 El procedimiento antes propuesto permite de nuevo una determinación al menos aproximada del ángulo de borde de cuña. También es posible encontrar una solución para el ángulo de borde de cuña susceptible de ser utilizada para la fabricación de la lente de gafas. Esta solución puede servir además de valor inicial para una posterior optimización de la lente de gafas. Con una optimización como ésta el objetivo se consigue antes, con lo que se ahorran tiempo y recursos en el tratamiento de datos.

15 En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el otro ángulo de inclinación se determine, al menos de forma aproximada, por medio de la ecuación

$$K_v = 2 \cdot \arccos\left(\frac{ng - \cos\left(\frac{av}{2}\right)}{\sqrt{1 + ng^2 - 2 \cdot ng \cdot \cos\left(\frac{av}{2}\right)}}\right)$$

20 siendo  $K_v$  el otro ángulo de inclinación en grados,  $n_g$  el índice de refracción del primer material con una longitud de onda de cálculo y  $a_v$  otro ángulo de desviación en un primer plano de sección transversal, determinándose el ángulo de desviación, al menos de forma aproximada, por medio de la ecuación

$$a_v = \arctan\left(\frac{P_v}{100}\right) \text{ und } P_v = -\frac{\Delta \cdot n_{yg} \cdot n_{yr}}{n_{yg} - n_{yr}} + P_g$$

25 siendo  $\Delta$  un cambio preestablecido del error cromático transversal de la lente de gafas en el punto de transición,  $n_{yg}$  un número de Abbe del primer elemento de lente con una longitud de onda de cálculo,  $n_{yr}$  un número de Abbe de al menos un segundo elemento de lente con una longitud de onda de cálculo y  $P_g$  el efecto prismático del primer elemento de lente en el primer plano de sección transversal de la zona de base en el punto de transición.

30 De esta manera es posible establecer, al menos de forma aproximada, el otro ángulo de inclinación  $K_v$  durante el paso de la primera determinación. Esto permite aproximar las condiciones iniciales de una posible optimización posterior de la lente de gafas aún más a una solución definitiva y reducir el empleo de tiempo y recursos en el cálculo. También es posible utilizar la solución encontrada con ayuda de las fórmulas antes descritas directamente para la fabricación de la lente de gafas.

35 En una variante de realización del procedimiento según el primer aspecto se puede prever además que en el paso de al menos una segunda determinación del tercer radio de curvatura este tercer radio de curvatura se determine, al menos de forma aproximada, por medio de la ecuación

$$r_3 = \frac{(ng - nr) \cdot r_2 \cdot r_4}{(1 - nr) \cdot r_2 + (ng - 1) \cdot r_4}$$

40 siendo  $r_3$  el tercer radio de curvatura en mm,  $r_2$  el segundo radio de curvatura en mm y  $r_4$  el cuarto radio de curvatura en mm,  $n_g$  un índice de refracción del primer material con una longitud de onda de cálculo y  $n_r$  un índice de refracción de al menos un segundo material con una longitud de onda de cálculo.

Después del paso de la primera determinación el procedimiento para el diseño de la lente de gafas dispone todavía de dos grados de libertad en el punto de transición, a saber, el tercer radio de curvatura y el cuarto radio de curvatura. De este modo se preestablece en el punto de transición, en una aproximación infinitesimal, una segunda desviación de la superficie anterior y de la superficie posterior del segundo elemento de lente. Dado que la superficie del segundo elemento de lente forma la superficie posterior de la lente de gafas en la zona acromática, se determina la misma en el diseño. En dependencia del desarrollo de la superficie posterior del segundo elemento de lente, la determinación del cuarto radio de curvatura en el punto de transición ya puede definir exactamente, en su caso, el desarrollo posterior de la superficie posterior del segundo elemento de lente hasta el borde. Esto se explicará más adelante. Por medio de la determinación del cuarto radio de curvatura, por ejemplo en caso de una superficie posterior esférica del segundo elemento de lente, ya se puede establecer la superficie posterior de la lente de gafas y, por consiguiente, el grosor de la lente de gafas, especialmente en el borde de la misma. Con el tercer radio de curvatura de la superficie anterior del segundo elemento de lente o de la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente se dispone así además de otro grado de libertad que se puede elegir de manera que el efecto esférico y el efecto astigmático de la zona acromática correspondan en el punto de transición a los de la zona de base en el punto de transición. De esta forma el desarrollo del efecto acromático y del efecto esférico de la lente de gafas es continuo a través de todo el punto de transición. Al girar el ojo o la dirección de visión del ojo a lo largo del punto de transición no se produce ningún salto en el efecto esférico o astigmático. Mediante el establecimiento del cuarto radio de curvatura y la determinación del tercer radio de curvatura se puede regular además el desarrollo del error cromático transversal en la zona acromática cuando la segunda zona de superficie posterior y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente se forman por medio de secciones transversales parciales circulares, una superficie toroidal o un polinomio de segundo orden.

El paso de la determinación del cuarto radio de curvatura y de la segunda determinación posterior del tercer radio de curvatura permiten, si la segunda zona de superficie posterior y/o la superficie posterior del segundo elemento se forman por medio de secciones transversales parciales circulares, una superficie toroidal o un polinomio de segundo orden, establecer el desarrollo de la superficie posterior de la lente de gafas y el desarrollo del error cromático transversal a través de la zona acromática y regular después, sobre esta base, un efecto esférico y un efecto astigmático de la zona acromática de manera que en el punto de transición no se produzca ningún salto en el efecto esférico y en el efecto astigmático.

En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que al menos los pasos de la primera determinación del ángulo de borde de cuña y del ángulo de plegado y de al menos una segunda determinación del tercer radio de curvatura en una pluralidad de distintos planos de sección transversal y en cada plano de sección transversal de la pluralidad de planos de sección transversal, se tienen que realizar para al menos un punto de transición.

Así es perfectamente posible prever no sólo un plano de sección transversal, sino una pluralidad de planos de sección transversal distintos en la lente de gafas y realizar los pasos de diseño del procedimiento en cada uno de los planos de sección transversal. Se puede prever, por ejemplo, que se dispongan 360 planos de sección transversal inclinados los unos respecto a los otros en 1 grado alrededor de la lente de gafas y que la optimización se lleve a cabo en cada uno de los planos. De este modo la optimización se puede diseñar por todo el perímetro de la lente de gafas.

En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que la lente de gafas sea simétrica en la rotación a un eje óptico de la lente de gafas y que los pasos de la primera determinación del ángulo de borde de cuña y del ángulo de inclinación y de la determinación del tercer radio de curvatura se realicen solamente en un plano de sección transversal.

En el caso de que la lente de gafas se configure simétrica en la rotación a un eje óptico de la lente de gafas se entiende que una optimización de la lente de gafas en un único plano de sección transversal ya es suficiente para establecer todo el diseño de la lente de gafas o del primer elemento de lente y de al menos un segundo elemento de lente. De esta forma se proporciona un diseño especialmente sencillo de una lente de gafas.

De acuerdo con una variante de realización de la invención según el primer aspecto se puede prever especialmente que el primer plano de sección transversal sea un plano meridiano de la lente de gafas. Si la lente de gafas presenta un eje óptico, el primer plano de sección transversal o los planos de sección transversal se desarrollan respectivamente de manera que incluyan el eje óptico. En el caso de una lente de gafas simétrica en la rotación el eje óptico corresponde además al eje de simetría de rotación.

En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el plano de sección transversal presente el respectivo primer punto de transición, un punto de rotación del ojo del usuario y un punto de visión cero por la superficie posterior de la lente de gafas.

De este modo el procedimiento para el diseño de la posición del plano de sección transversal se define independientemente de la geometría de la lente de gafas. Se garantiza además que el diseño o la optimización de la lente de gafas a partir de una posición relajada del ojo y de línea de visión cero para desviaciones de una línea de fijación, se realice partiendo de esta posición relajada.

En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que la superficie anterior del primer elemento de lente y/o la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente sea esférica.

5 En una variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever además que la superficie anterior de al menos un segundo elemento de lente y/o la superficie posterior de al menos un segundo elemento de lente presente en el plano de sección transversal una curvatura constante. Si la superficie anterior del segundo elemento de lente presenta una curvatura constante resulta que la segunda zona de la superficie posterior también presenta una curvatura constante.

10 Como ya se ha expuesto antes, las superficies parciales esféricas se pueden fabricar fácilmente. Como consecuencia del diseño tanto del ángulo de inclinación como del ángulo de plegado así como del tercer radio de curvatura y del cuarto radio de curvatura de la zona acromática en el punto de transición, se establecen en el caso de una configuración de la superficie anterior y/o de la superficie posterior de al menos un segundo elemento de lente con curvatura constante en el plano de sección transversal, el desarrollo ulterior de las respectivas superficies. Una superficie o una superficie parcial que presenta en el plano de sección transversal una curvatura constante, puede estar formada en el plano de sección transversal, por ejemplo, por secciones transversales parciales esféricas. La superficie correspondiente puede ser, por ejemplo, una superficie toroidal.

15 En otra variante de realización del procedimiento se puede prever que un punto central de curvatura en el primer plano de sección transversal de la superficie anterior de al menos un segundo elemento de lente y/o de la superficie posterior de al menos un segundo elemento de lente se encuentre fuera de un eje de simetría de la superficie anterior del segundo elemento de lente o de la superficie posterior del segundo elemento de lente.

20 El punto central de curvatura de la superficie anterior o de la superficie posterior de un segundo elemento de lente no se encuentra por lo tanto de forma obligatoria en un eje óptico o en una línea de visión cero. De este modo el segundo elemento de lente se delimita, en su caso, por medio de superficies toroidales.

25 En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto se puede prever que la superficie anterior de un segundo elemento de lente y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente sea asférica. La superficie anterior del segundo elemento de lente y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente puede ser simétrica en la rotación a un eje óptico de la lente de gafas. Sin embargo, también puede ser que la superficie anterior del segundo elemento de lente y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente no sea simétrica en la rotación.

30 En especial se puede prever que la superficie anterior del segundo elemento de lente y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente se puedan describir en el plano de sección transversal por medio de un polinomio de segundo orden o superior. Especialmente se puede prever, por ejemplo, un polinomio de tercer o cuarto orden. Un polinomio de tercer orden puede tener la forma de  $z(y) = Ay^3 + By^2 + Cy + D$ , siendo A, B, C y D las constantes.

35 Debido a las condiciones marginales establecidas para el punto de transición en relación con el ángulo de borde de cuña, ángulo de inclinación así como con el tercer radio de curvatura y el cuarto radio de curvatura, ya no existen en caso del polinomio de segundo orden grados de libertad para la configuración del correspondiente polinomio de segundo orden, con lo que se establece el desarrollo de la superficie anterior y de la superficie posterior del segundo elemento de lente y, por consiguiente también el desarrollo de la superficie posterior de la lente de gafas en el plano de sección transversal. En un polinomio de tercer orden o de orden superior, sin embargo, se dispone de nuevo de un grado de libertad con el que se puede influir en el desarrollo de la superficie posterior de la lente de gafas o de la superficie posterior del segundo elemento de lente y, en su caso también en el de la superficie anterior del segundo elemento de lente. Gracias a este grado de libertad adicional se puede influir tanto en el desarrollo del error cromático transversal por encima de la altura de la zona acromática, como en el desarrollo del efecto esférico y del efecto astigmático. No obstante, también se puede llevar a cabo una optimización de la lente de gafas en el sentido de que se consiga un grosor de borde de la lente de gafas lo más reducido posible.

45 En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el ángulo de borde de cuña, el ángulo de plegado y el tercer radio de curvatura se determinen de forma aproximada en los pasos de determinación, realizándose a continuación en paso de optimización del ángulo de borde de cuña, del ángulo de plegado y del tercer radio de curvatura mediante el empleo del método de trazado de rayos. Como es lógico, también se pueden optimizar otros parámetros de la superficie anterior y de la superficie posterior de la lente de gafas por el método de trazado de rayos. Si la superficie posterior del segundo elemento de lente está formado, por ejemplo, por un polinomio de tercer orden o superior, los coeficientes del polinomio también se pueden optimizar por el método de tratado de rayos.

50 El experto en la materia conoce estos métodos de trazado de rayos perfectamente. Se describen, por ejemplo, en "Robert R. Shannon, The Art and Science of Optical Design", Cambridge University Press, 1997".

De este modo es posible optimizar el diseño de la lente de gafas determinado al menos de forma aproximada mediante los pasos de diseño antes descritos. El paso de la optimización se puede realizar de manera mucho más rápida, especialmente gracias a las soluciones encontradas en principio, al menos de forma aproximada. Además se pueden ahorrar recursos de un dispositivo de tratamiento de datos utilizado para estas operaciones.

En una variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que la determinación de al menos un punto de transición se lleve a cabo sobre la base de un valor límite de error cromático transversal preestablecido para un error cromático transversal para el usuario, siendo el error cromático transversal para el usuario en el primer punto de transición menor o igual al valor límite de error cromático transversal. En especial se puede prever que el error cromático transversal en el primer punto de transición sea igual al valor límite de valor cromático transversal.

Se puede prever, por ejemplo, que el valor límite de error cromático transversal se fije en 0,25 cm/m. El punto de transición en la sección transversal se debe posicionar en este caso de manera que no se rebase en él el valor límite de error cromático transversal para el usuario. Para mantener el volumen del segundo elemento de lente lo más reducido posible, se pondrá el punto de transición, por regla general, exactamente en un punto en el que se llegue exactamente al valor límite de error cromático transversal. Sin embargo, en circunstancias puede resultar ventajoso, poner el punto de transición en determinadas secciones transversales en un punto en el que el error cromático transversal sea menor que el valor límite de error cromático transversal, por ejemplo cuando la línea de transición determinada por la suma de los puntos de transición entre la zona de base y al menos una zona acromática se tiene que configurar geoméricamente lo más sencilla posible.

En una variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que el primer punto de transición se establezca determinando una distribución de un error cromático transversal para el usuario por la superficie posterior del primer elemento de lente y colocando el primer punto de transición en un punto de la superficie posterior del primer elemento de lente en el que el error cromático transversal sea menor o igual a un valor límite de error cromático transversal preestablecido.

De esta manera se puede prever especialmente que en primer lugar se establezca el diseño básico del primer elemento de lente y que se determine para el mismo el desarrollo del error cromático transversal para el usuario o para los rayos principales que parten del punto de rotación del ojo del usuario en puntos de paso de estos rayos principales a través de la superficie posterior del primer elemento de lente, disponiendo después los correspondientes puntos de transición en la superficie posterior en los que el error cromático transversal sea menor o igual, especialmente igual, a un valor límite de error cromático transversal preestablecido. De la suma o por interpolación de los puntos de transición resultan después las líneas de transición que delimitan la zona de base frente a la zona acromática. La zona acromática no tiene que ser forzosamente una superficie unida, sino que también puede estar compuesta por superficies parciales no unidas entre sí. Para que el desarrollo de las líneas de transición o de las líneas de delimitación entre la zona de base y la zona acromática sean geoméricamente sencillas es posible colocar determinados puntos de transición en puntos de la superficie posterior del primer elemento de lente en los que el error cromático transversal sea menor que el valor límite de error cromático transversal.

De esta manera se obtiene en el diseño básico de un primer elemento de lente la primera zona de superficie posterior que constituye la zona de base y, en la zona de base, la superficie posterior de la lente de gafas. A continuación se determinan la superficie anterior y la superficie posterior del segundo elemento de lente y las superficies de delimitación de la zona acromática y, sobre la base de la superficie anterior del segundo elemento de lente, la correspondiente configuración complementaria de la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente.

En otra variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que la longitud de onda de cálculo sea de 546,074 nm y que el número de Abbe se determine aplicando la ecuación

$$V = \frac{n_e - 1}{n_F - n_C}$$

siendo V el número de Abbe,  $n_e$  el índice de refracción del respectivo material con la longitud de onda de cálculo,  $n_F$  el índice de refracción del respectivo material con una longitud de onda de 479,9914 nm y  $n_C$  el índice de refracción del respectivo material con una longitud de onda de 643,8469 nm.

Este cálculo del número de Abbe corresponde al convenio más reciente para la determinación del número de Abbe que, como longitud de onda de referencia, indica la línea e. En principio también se puede elegir otra longitud de onda de referencia distinta a la línea e. Lo importante es que los cálculos se realicen todos en relación con la misma longitud de onda de referencia y que el primer material y el segundo material presenten números de Abbe distintos con la misma longitud de onda de referencia.

En una variante de realización del procedimiento según el primer aspecto de la invención se puede prever que un eje óptico o una línea de visión cero del usuario pasen por la zona de base.

En este caso de configuración la zona de base se dispondrá aproximadamente en el centro o en el centro geométrico de la lente de gafas y se extenderá alrededor del mismo. En esta zona se producen los ángulos de visión más pequeños, por lo que las aberraciones cromáticas, al igual que el error cromático transversal, también son las más pequeñas en esta zona.

En otra variante de realización se puede prever que la zona acromática se extienda en el primer plano de sección transversal desde el primer punto de transición hasta uno de los bordes de la lente de gafas.

5 Como ya se ha expuesto con anterioridad, por "lente de gafas" se entiende tanto la lente de gafas sin borde o el semiproducto, como la lente de gafas con borde. Por consiguiente, en el caso del "borde" se puede tratar tanto del margen de la lente de gafas sin borde como del margen de la lente de gafas cortada y con borde.

Por regla general, las aberraciones cromáticas, especialmente también los errores cromáticos transversales, se incrementan con el aumento del ángulo de visión, es decir, en la periferia de la lente de gafas. Por consiguiente conviene una extensión de la zona acromática desde el punto de transición hasta el borde para conseguir un efecto al menos parcialmente acromático en esta zona de la lente de gafas.

10 En una variante de realización del procedimiento para la fabricación según el segundo aspecto de la invención se puede prever que el paso de la unión se realice enmasillando el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente.

15 Durante el proceso de enmasillado las superficies contiguas, en el presente caso la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente y la superficie anterior del segundo elemento de lente, se pegan por medio de una fina capa de masilla transparente. Se puede emplear, por ejemplo, una resina sintética. En principio se puede prever además que el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente se adhieran por fuerza molecular. En este caso las superficies del primer y del segundo elemento de lente se unen entre sí por medio de fuerzas de atracción molecular. El experto en la materia conoce estas técnicas de fabricación.

20 De acuerdo con una variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que la lente de gafas presente en el primer plano de sección transversal dos puntos de transición, cruzándose la respectiva primera tangente y la respectiva segunda tangente en cada uno de los dos puntos de transición.

25 En principio, la zona acromática no se tiene que extender en su totalidad en la superficie posterior de la lente de gafas. Puede ser suficiente con que la zona acromática se fije únicamente en una gama angular determinada. Por este motivo se prevé en el plano de sección transversal solamente un punto de transición. Sin embargo, la zona acromática también se puede prever en todo su volumen, por ejemplo cuando la lente de gafas se configura de forma simétrica en la rotación. En este caso la lente de gafas presente en el primer plano de sección transversal o en cada uno de los planos de sección transversal respectivamente dos puntos de transición. Entonces se entiende que en cada uno de los puntos de transición del respectivo plano de sección transversal que la tangente de la zona de base, es decir, la primera tangente y la tangente de la zona acromática, es decir, la segunda tangente, se cruzan en el respectivo punto de transición.

30 En otra variante de realización de la invención se puede prever que la primera tangente y la segunda tangente se crucen al menos en un primer punto de transición en una zona de posición de eje de al menos 160°.

35 Como ya se ha explicado antes, por "zona de posición de eje" se entiende una posición del primer plano de sección transversal y de los demás planos de sección transversal respecto a un ángulo en relación con el plano de la lente de gafas definida tradicionalmente como plano Y-Z. La indicación de grados se puede entender, por lo tanto, de forma similar a la indicación de grados según el esquema TABO que el experto en la materia conoce. Se puede prever, por ejemplo, que el primer punto de transición sólo se disponga con una zona de posición de eje de 165° en la mitad inferior de la lente de gafas. De forma correspondiente, el segundo elemento de lente también se dispone sólo en esta mitad inferior de la lente de gafas. Alternativamente se puede decidir, por ejemplo, que la zona acromática se extienda por una zona del borde de la lente de gafas o del borde de al menos 120°, si la zona acromática se extiende desde el punto de transición hasta uno de los bordes de la lente de gafas.

40 En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que la respectiva primera tangente de la primera zona de superficie posterior y la respectiva segunda tangente de la superficie posterior del segundo elemento de lente se crucen en cada plano de sección transversal de la lente de gafas.

45 Se prevé de manera correspondiente que la zona acromática se extienda por completo o por los 360° del borde de la lente de gafas.

En este caso se proporciona un valor de error cromático transversal reducido sin saltos de efecto al pasar de la zona de base en la zona acromática al perímetro de la lente de gafas.

50 En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que el primer elemento de lente se disponga en la zona de base y en la zona acromática, configurándose una superficie anterior de la lente de gafas a partir de una superficie anterior del primer elemento de lente, ajustándose en la zona acromática, la una a la otra, una segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente y una superficie anterior del segundo elemento de lente y uniéndose la superficie anterior y la superficie posterior del segundo elemento de lente en un primer punto de transición del primer plano de sección transversal formando entre sí un ángulo de borde de cuña.

55 De este modo se consigue una estructura compacta de la lente de gafas. La superficie anterior adyacente del segundo elemento de lente y de la segunda superficie posterior en la zona del primer elemento de lente evitan un

espacio de aire y permiten una fabricación de la lente de gafas, por ejemplo mediante enmasillado o adherencia por fuerza molecular.

5 En una variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que la superficie anterior del primer elemento de lente y/o la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente sean esféricas.

En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que la superficie anterior del segundo elemento de lente y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente presenten en el primer plano de sección transversal una curvatura constante.

10 Como ya se ha explicado con anterioridad en relación con el procedimiento según el primer aspecto, la configuración de la superficies del segundo elemento de lente con una curvatura constante ofrece la ventaja de que se puede fabricar con medios relativamente sencillos.

15 En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto se puede prever que el punto central de curvatura en el primer plano de sección transversal de la superficie anterior del segundo elemento de lente y/o de la superficie posterior del segundo elemento de lente se encuentra fuera de un eje de simetría de la superficie anterior del segundo elemento de lente o de la superficie posterior del segundo elemento de lente.

20 Esta configuración de la lente de gafas permite la libre elección del ángulo de plegado, un punto de transición entre la superficie posterior del segundo elemento de lente y la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente, pudiéndose mantener para la superficie posterior del segundo elemento de lente una forma con curvatura constante. Debido a la posición del punto central de curvatura fuera del eje de simetría resulta en conjunto una superficie toroidal para la superficie anterior y la superficie posterior del segundo elemento de lente.

En una variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que la superficie anterior del segundo elemento de lente y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente sean esféricas, es decir, no esféricas.

25 En especial, la superficie anterior del segundo elemento de lente y/o la superficie posterior del segundo elemento de lente se pueden realizar en el plano de sección transversal por medio de un polinomio de segundo orden o superior, especialmente por medio de un polinomio de tercer o cuarto orden. En particular, la superficie anterior esférica del segundo elemento de lente y/o la superficie posterior esférica del segundo elemento de lente pueden ser rotacionalmente simétricas o rotacionalmente no simétricas a un eje óptico de la lente de gafas.

30 Tal como se ha expuesto antes, la configuración por medio de un polinomio de tercer o cuarto orden permite especialmente otro grado de libertad más, a pesar del preestablecimiento del ángulo de inclinación, del ángulo de borde de cuña, del tercer radio de curvatura y del cuarto radio de curvatura, de modo que el grosor del borde de la lente de gafas se puede reducir, por ejemplo, a un mínimo.

En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto se puede prever que la lente de gafas sea rotacionalmente simétrica a un eje óptico.

35 En este caso se consigue una estructura geométrica especialmente sencilla de la lente de gafas. Sobre todo en el caso de una corrección por medio de una lente visión simple esta estructura sencilla puede ser suficiente para proporcionar al usuario el efecto exigido en la receta.

En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto se puede prever que el primer plano de sección transversal o cualquier plano de sección transversal sea un plano meridiano de la lente de gafas.

40 Si la lente de gafas presenta un eje óptico, el primer plano de sección transversal o cualquier plano de sección transversal puede ser un plano meridiano. La posición del pliegue por la cara posterior de la lente de gafas es la adecuada para ángulos de visión relativamente grandes, partiendo de una posición relajada del ojo del usuario previsto, de modo que se puede mejorar especialmente la visión en una zona periférica del borde de la lente de gafas.

45 En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que el plano de sección transversal o cada plano de sección transversal contenga un eje central geométrico de la lente de gafas.

50 El "eje central geométrico" se desarrolla por el punto central geométrico hacia el sistema de caja de la lente de gafas sin o con borde. Con frecuencia el punto central geométrico en la lente de gafas sin borde será suficiente. Sin embargo, en caso de formas rotacionalmente no simétricas de la montura prevista o de la lente de gafas con borde el diseño anterior y, en definitiva, la conformación estructural de la lente de gafas, también se puede orientar en un punto central geométrico de la lente de gafas con borde.

55 El eje central geométrico se extiende a través del punto central geométrico paralelo a una dirección de mirada principal a través de la lente de gafas. La dirección de mirada principal es especialmente paralela a un eje de simetría de la superficie anterior del primer elemento de lente, siempre que la superficie anterior del primer elemento de lente se configure de forma rotacionalmente simétrica.

En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que el primer plano de sección transversal o cada plano de sección transversal se desarrolle a través de la lente de gafas de manera que divida la lente de gafas en un plano normal perpendicular respecto a sí mismo en dos superficies del mismo tamaño.

5 Debido a la configuración geométrica de la superficie anterior y/o de la superficie posterior de la lente de gafas y del primer elemento de lente y del segundo elemento de lente puede resultar en circunstancias difícil determinar la posición del punto central geométrico, siendo también posible que no exista ningún eje óptico. En este sentido también puede ser complicado determinar una posible línea de mirada principal a partir de la cual conviene una construcción de la lente de gafas para evitar aberraciones cromáticas en un campo visual periférico. La disposición de los planos de sección transversal se puede llevar a cabo haciendo que dividan la lente de gafas, es decir, la lente de gafas sin o con borde, que se desarrolla perpendicular al plano de sección transversal, en dos superficies del mismo tamaño. El plano normal es, por lo tanto, el plano X-Y de la lente de gafas en el que también se fija la medida de caja.

15 En otra variante de realización se pueden proporcionar unas gafas con una montura y una primera así como una segunda lente de gafas, siendo la primera y/o la segunda lente de gafas una lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención o de una de sus variantes, conteniendo el plano de sección transversal o cada plano de sección transversal de la respectiva lente de gafas un punto central geométrico de la respectiva lente de gafas y desarrollándose el mismo normalmente respecto a un plano de la montura y comprendiendo el plano de la montura las líneas centrales verticales de la caja de la primera y de la segunda lente de gafas.

20 De esta forma el plano de sección transversal también se puede definir mediante las gafas terminadas.

En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto se puede prever que la superficie anterior del elemento de lente se configure de forma convexa y que la primera zona de superficie posterior del primer elemento de lente se configure de forma cóncava.

25 En el marco de la presente invención los conceptos "convexo" y "cóncavo" se indican en el marco del uso habitual de estas definiciones, en concreto en caso de una mirada desde fuera sobre la correspondiente superficie de la lente de gafas. Si la superficie se curva durante la mirada desde fuera sobre la lente de gafas alejándose del observador, la superficie es, por consiguiente, convexa. Si la superficie se curva hacia el observador, la superficie es cóncava.

Una configuración como ésta del primer elemento de lente a modo de un así llamado menisco ofrece la posibilidad de una corrección de acuerdo con el efecto exigido en la receta y, al mismo tiempo, una fabricación sencilla.

30 En otra variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto se puede prever que la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente se realice convexa, configurándose una superficie anterior del segundo elemento de lente cóncava y una superficie posterior del segundo elemento de lente cóncava.

35 De este modo se puede proporcionar una posibilidad especialmente sencilla de fabricación de la lente de gafas. En caso de un ángulo de plegado negativo existe así la posibilidad de unir en principio el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente. Sólo después se procederá, en su caso, al biselado de la superficie posterior del segundo elemento de lente.

40 Además se puede prever una variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto conforme a la cual la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente se configura de forma cóncava, mientras que la superficie anterior del segundo elemento de lente se configura convexa y una superficie posterior del segundo elemento de lente cóncava. También en este caso, y si el ángulo de plegado en el punto de transición del plano de sección transversal es negativo, la fabricación de la lente de gafas puede ser especialmente sencilla. En este supuesto la superficie posterior de la segunda lente de gafas se somete igualmente al tratamiento después de la unión del primer elemento de lente y del segundo elemento de lente.

45 Como ya se ha dicho antes, en una variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto de la invención se puede prever que la superficie anterior del segundo elemento de lente y la segunda zona de superficie posterior del primer elemento de lente se enmasillen.

Alternativamente también se puede prever, por ejemplo, que el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente se adhieran por fuerza molecular.

50 En una variante de realización de la lente de gafas se puede prever que el eje óptico de la lente de gafas o el eje central geométrico de la lente de gafas pase por la zona de base.

En este caso se garantiza que la zona acromática se extienda en una zona periférica de la lente de gafas en la que las aberración es cromáticas siempre son mayores.

55 También se puede prever una variante de realización de la lente de gafas según el cuarto aspecto en la que la zona acromática en el primer plano de sección transversal se extienda desde el primer punto de transición hasta uno de los bordes de la lente de gafas.

De esta manera se puede garantizar que un efecto al menos parcialmente acromático de la zona acromática en la periferia de la lente de gafas se extienda hasta el borde de la lente de gafas, con lo que se reduce el error cromático transversal en el posible borde exterior de un campo visual periférico de un usuario de la lente de gafas.

5 Se entiende que las características antes citadas, y que más adelante se van a explicar, se pueden utilizar no sólo en la combinación descrita, sino también en otras combinaciones o por sí solas, siempre que no se abandone el marco de la presente invención.

Los ejemplos de realización se representan en el dibujo y se explican con mayor detalle en la siguiente descripción. Se puede ver en la:

Figura 1 una vista sobre la superficie anterior de una variante de realización de una lente de gafas;

10 Figura 2 una variante de realización de una sección transversal de la lente de gafas de la figura 1 a lo largo de una línea de corte II – II;

Figura 3 otra posible variante de realización de una vista de sección transversal de la lente de gafas de la figura 1 a lo largo de una línea de corte III – III de la figura 1;

15 Figura 4 otra posible variante de realización más de una sección transversal de la lente de gafas de la figura 1 a lo largo de una línea de corte IV – IV de la figura 1;

Figura 5 otra variante de realización de una lente de gafas con vista sobre la superficie anterior, pudiéndose aplicar también en esta lente de gafas las vistas de sección transversal representadas en las figuras 2, 3 y 4;

Figura 6 además otra variante de realización de una lente de gafas con vista sobre la superficie anterior, pudiendo ser la sección transversal de la figura 4, por ejemplo, una sección transversal de esta lente de gafas;

20 Figura 7 otra variante de realización más de una lente de gafas, pudiendo mostrar la sección transversal de la figura 4, por ejemplo, una o varias secciones transversales de este ejemplo de realización;

Figura 8 una representación esquemática de una lente de gafas, cuyo borde ya ha sido biselado, representándose en este caso una zona de la posición del eje;

Figura 9 una vista en detalle IX de las figuras 2, 3 y 4;

25 Figura 10 un diagrama de operaciones de una variante de realización de un procedimiento para el diseño de una lente de gafas y de un procedimiento para la fabricación de una lente de gafas;

Figuras 11a hasta 11f un ejemplo comparativo de una lente de gafas formada por un primer elemento de lente e ilustraciones del desarrollo de las magnitudes relevantes y de los efectos por encima de la altura de la lente de gafas;

30 Figuras 12a hasta 12f un ejemplo de realización de una lente de gafas configurada según la invención en la que la superficie anterior y la superficie posterior del segundo elemento de lente presentan en el plano de sección transversal una curvatura constante, así como las correspondientes magnitudes relevantes y los efectos en el desarrollo por encima de la altura de la lente de gafas;

35 Figuras 13a hasta 13f otra variante de realización de una lente de gafas según la invención, formándose la superficie anterior y la superficie posterior del segundo elemento de lente por medio de un polinomio de tercer orden, así como las correspondientes magnitudes relevantes y los efectos en el desarrollo por encima de la altura de la lente de gafas;

Figuras 14a hasta 14b una vista frontal y una vista en planta de una variante de realización de unas gafas con al menos una lente de gafas diseñada según la invención.

40 La figura 1 muestra una vista sobre una variante de realización de una lente de gafas 10. En un sistema de coordenadas tradicional esta vista en plante se encuentra en el plano X-Y, extendiéndose el eje Z en dirección de un usuario de la lente de gafas, es decir, en la vista representada en la figura 1 en dirección al interior del plano de la imagen.

45 Se mira al menos una superficie anterior 14 de la lente de gafas. La superficie anterior 14 de la lente de gafas la forma la superficie anterior de un primer elemento de lente 18. Con una línea a rayas se indica esquemáticamente que una superficie posterior (en la figura 1 por la cara opuesta de la lente de gafas) presenta una zona de base 20 y una zona acromática 22. En el ejemplo de realización representado la lente de gafas 10 se ha realizado rotacionalmente simétrica por lo que la zona acromática 22 se extiende por completo a lo largo de la periferia de la lente de gafas 10 alrededor de la zona de base 20. La zona acromática 22 es la zona en la que la superficie posterior de la lente de gafas se dispone por medio de un segundo elemento de lente 24 (por lo tanto en la ilustración de la figura 1 únicamente por la cara opuesta de la lente de gafas).

50 Una sección transversal 25 de la lente de gafas se indica por medio de una línea a rayas. Esta sección se explica en la figura 2.

La figura 2 ilustra la sección transversal a lo largo de una línea de corte II – II de la lente de gafas de la figura 1. En esta ilustración se ve claramente que la lente de gafas 10 presenta el primer elemento de lente 18 y el segundo elemento de lente 24. La lente de gafas 10 posee una superficie posterior 26. El primer elemento de lente 18 presenta una superficie posterior 28. La superficie superior 28 del primer elemento de lente 18 posee a su vez una primera zona de superficie posterior 30 y una segunda zona de superficie posterior 32.

La primera zona de superficie posterior 30 forma una parte de la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10. Esta zona es la zona de base 20.

Además se prevé el segundo elemento de lente 24. El segundo elemento de lente 24 presenta una superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 y una superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24. La superficie anterior 34 del segundo elemento de lente se ajusta a la segunda zona de superficie posterior 32 del primer elemento de lente 18. Por ello se entiende que entre las superficies no se forma ningún espacio de aire. Las superficies se pueden unir entre sí por medio de masilla o adhesión por fuerza molecular.

La superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 forma otra parte de la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10. Esta otra zona es la zona acromática 22. Dicho con otras palabras, la zona de base 20 la define, por lo tanto, la primera zona de superficie posterior 30. La superficie posterior 36 del segundo elemento óptico 24 define la zona acromática 22.

En la vista de sección transversal representada en la figura 2 la lente de gafas 10 presenta un eje óptico 38. Un rayo de luz que atraviesa la lente de gafas 10 a lo largo del eje óptico 38 no se desvía. La lente de gafas 10 representada en las figuras 1 y 2 es además rotacionalmente simétrica al eje óptico 38. La sección transversal 25 es una sección meridiana de la lente de gafas 10. Sin embargo, no tiene que ser así obligatoriamente. La lente de gafas 10 no tiene que ser rotacionalmente simétrica al eje óptico 38. Puede haber además variantes de realización de la lente de gafas 10 que no presenten ningún eje óptico 38.

La primera zona de superficie posterior 30 y la superficie posterior del segundo elemento 24 se unen entre sí en un punto de transición 40 situado en la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10. El punto de transición se ha establecido especialmente de manera que un error cromático transversal para un usuario de la lente de gafas 10 alcance en él un valor límite de error cromático transversal definido como molesto para el usuario. Por consiguiente, a partir del punto de transición 40 sigue hasta un borde 12 de la lente de gafas 10 una zona acromática 22 con el segundo elemento de lente 24. El segundo elemento de lente 24 presenta un segundo material cuyo número de Abbe es distinto al de un primer material del primer elemento de lente 18. De este modo el primer elemento de lente 18 y el segundo elemento de lente 24 pueden actuar conjuntamente de forma acromática. La sección transversal representada en la figura 2 presenta, debido a la simetría de la lente de gafas 10, dos puntos de transición 40. Sin embargo, en principio no debe ser así obligatoriamente. También es posible que en la sección transversal 25 exista un único punto de transición 40.

La vista parcial de un entorno del punto de transición 40 se representa en la figura 9 y se explicará en detalle más adelante.

En la figura 3 se representa otra sección transversal 25 posible de la lente de gafas 10. Los mismos elementos se identifican con los mismos números de referencia, por lo que no se vuelven a explicar en lo que sigue. A partir de ahora solo se describirán las diferencias.

El ejemplo de realización representado en la figura 3 se diferencia del ejemplo de realización representado en la figura 2 en la configuración de la superficie anterior 34 y de la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24. En la variante de la figura 2 la superficie anterior 34 es cóncava y la superficie posterior 36 es igualmente cóncava. En la figura 3, en cambio, la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 es convexa y la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 es cóncava. La segunda zona de superficie posterior 32 se configura, de manera complementaria, de forma cóncava. Así resulta respecto a la sección transversal de la figura 3 que la lente de gafas 10 se configura a modo de menisco, pero también se configura como menisco el segundo elemento de lente 24. La sección transversal representada en la figura 3 presenta igualmente dos puntos de transición 40. El entorno de los puntos de transición 40 se representa esquemáticamente en la figura 9.

En la figura 4 se ilustra esquemáticamente otra posible variante de realización de la sección transversal 25 de la lente de gafas 10. Los mismos elementos se identifican con las mismas referencias y no se vuelven a describir. A partir de ahora solo se describirán las diferencias.

En principio no es absolutamente necesario que la lente de gafas 10 se realice rotacionalmente simétrica. Así puede ocurrir que la lente de gafas 10 presente un único punto de transición 40 en una sección transversal. La configuración de una segunda mitad de la sección transversal 25, indicada en la figura 4 con una línea a rayas, es por lo tanto discrecional. Puede ser que en la parte inferior indicada únicamente a rayas de la sección transversal se configure por completo la zona de base 20, con lo que en esta parte de la sección transversal no se prevé ningún segundo elemento de lente 24.

En la figura 5 se representa otra variante de realización de una lente de gafas 10. La sección transversal se puede realizar, en principio, conforme a una de las variantes de realización de las figuras 2 a 4. La vista de la figura 5 muestra igualmente la superficie anterior de la lente de gafas 10. Los mismos elementos se identifican con los

mismos números de referencia, por lo que no se vuelven a explicar en lo que sigue. A partir de ahora solo se describirán las diferencias.

Como se puede ver en la figura 5, la lente de gafas 10 no se realiza rotacionalmente simétrica en esta variante de realización. La zona acromática se configura sólo en una parte superior y en una parte inferior de la lente de gafas 10, es decir, para los giros en dirección visual durante el uso de la lente de gafas 10 actúa en dirección vertical. Por lo tanto no es absolutamente necesario que la zona acromática 22 sea una parte unida de la superficie posterior 26 de la lente de gafas. La zona acromática 22 también puede estar formada por varias zonas parciales, como por las dos zonas parciales representadas en la figura 5. En esta variante de realización también se prevén dos puntos de transición 40 en el plano de sección transversal 25.

En circunstancias se puede dar el caso de que la lente de gafas 10, más o menos la lente de gafas 10 representada en la figura 5, no presente ningún eje óptico 38. Por lo tanto se puede definir un eje central geométrico para la posición del plano de sección transversal 25. El eje central geométrica pasa por el punto central geométrico de la lente de gafas sin borde. En la figura 5 la lente de gafas 10 se representa sin borde, es decir, de forma todavía circular. El punto central geométrico se encuentra entonces en el centro del círculo. Sin embargo, el punto central geométrico también se puede determinar por medio de la lente de gafas 10 con borde. En este caso el eje central geométrico 42 se desarrolla paralelo a una dirección de mirada principal prevista a través de la lente de gafas 10 pasando por el punto central geométrico. El plano de sección transversal 25 contiene el eje central geométrico 42.

Como definición alternativa se puede establecer que el plano de sección transversal 25 de la vista sobre la lente de gafas representada en la figura 5 divida una superficie en dos superficies del mismo tamaño en un plano normal perpendicular al plano de sección transversal 25. En la figura 5 se identifican, por ejemplo, una primera parte de superficie 44 y una segunda parte de superficie 46. En el caso de una pieza bruta de lente de gafas circular y sin borde el plano de sección transversal 25 se extiende por lo tanto de manera que cruce todo el diámetro de un semiproducto de lente de gafas sin borde de estas características.

Por consiguiente, la definición de la posición de un plano de sección transversal 25 depende de las características de la lente de gafas. En el caso más sencillo la lente de gafas 10 es rotacionalmente simétrica, por lo que el plano de sección transversal 25 es un plano meridiano de la lente de gafas 10 que contiene el eje óptico 38. En el caso de una lente de gafas 10 rotacionalmente no simétrica resulta la definición más sencilla para la lente de gafas 10 sin borde, dado que el plano de sección transversal 25 pasa por el eje central geométrico 42 y lo contiene o divide una superficie de la lente de gafas 10 en dos partes de superficie del mismo tamaño 44, 46 en un plano normal perpendicular al plano de sección transversal 25.

Si se trata de determinar la posición del plano de sección transversal en la lente de gafas con borde o si se prevé un descentramiento, un plano de sección transversal puede contener una línea de mirada principal a través de la lente de gafas que parte de un punto de rotación del ojo, lo que se explicará más adelante.

En la figura 6 se representa otra posible variante de realización de la lente de gafas 10. En este ejemplo de realización la sección transversal 25 se puede configurar, por ejemplo, del modo representado en la figura 4. En la variante de realización ilustrada la zona acromática 22 se extiende por completo por todo el borde 12 de la lente de gafas 10. Una lente de gafas 10 como ésta presenta, por lo tanto, planos de sección transversal 25 que sólo poseen un punto de transición 40.

En la figura 7 se representa otra posible variante de realización de una lente de gafas 10. En este caso la zona acromática 22 se prevé sólo en la parte inferior de la lente de gafas 10. La parte restante de la lente de gafas 10 corresponde a la zona de base 20.

Un plano de sección transversal 25 presenta a su vez un único punto de transición 40. Lógicamente se pueden disponer más planos de sección transversal 47 a través de la lente de gafas que también presentan al menos un punto de transición 40. El plano de sección transversal 25 se puede configurar, por ejemplo, tal como se representa en la vista de sección transversal de la figura 4.

En la figura 8 se ilustra una lente de gafas 10 con borde. La lente de gafas 10 con borde creada fundamentalmente a partir de un semiproducto de lente de gafas circular o sin borde de la figura 8, presenta principalmente una forma rectangular con cantos redondeados.

La ilustración de la figura 8 se explica para que se comprenda cómo se han de entender, en el marco de la solicitud, los conceptos de "ángulo de posición axial" o "zona de posición axial". En una medida de caja de la lente de gafas 10 de la figura 8 se puede encontrar un punto central geométrico de la lente de gafas 10. Con una dirección de mirada principal prevista a través de la lente de gafas 10 el eje central geométrico 42 se desarrolla a través de la lente de gafas 10. Los posibles planos de sección transversal 25, 47 contienen este eje central geométrico 42. Partiendo del punto central geométrico como punto de origen es posible definir, de forma similar al así llamado esquema de TABO para la determinación de la posición de la posición básica de un efecto prismático, varios ejes 48 e indicar el correspondiente ángulo de posición axial 50. Una así llamada "zona de posición axial" es una zona con ángulos de posición axial 50. Un ejemplo de una zona de posición axial 52 se identifica por medio de una flecha y comprende una extensión de 170°. De este modo es posible describir una extensión de la zona acromática a través del perímetro de la lente de gafas. Se puede prever especialmente que la zona acromática se extienda por una zona

de posición axial de al menos 160°, especialmente de al menos 170°, con preferencia de al menos 180°. En esta zona de posición axial 52 el plano de sección transversal 25, 47 presenta al menos un punto de transición 40.

En la figura 9 se representa una vista de detalle IX de las figuras 2, 3 y 4.

Los mismos elementos se identifican de nuevo con las mismas referencias y no se vuelven a describir.

5 Con el punto de transición 40 limitan la primera zona de superficie posterior 30, la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 y la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24. La primera zona de superficie posterior 30 presenta en el punto de transición 40 del plano de sección transversal 25, es decir, infinitesimalmente aproximada al punto de transición 40, una tangente 54. La superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 presenta en el punto de transición 40 una tangente 56. La tangente 54 y la tangente 56 se cruzan y encierran, por lo tanto, un ángulo de plegado 58. La superficie posterior 26 de la lente de gafas 10 presenta por lo tanto un pliegue en el punto de transición 40. Así pues, la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10 no se puede diferenciar de forma constante en el punto de transición 40. La primer diferenciación de la función superficial presenta en este punto un salto. Un ángulo de plegado 58 positivo significa que la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 se dobla en dirección de un usuario de la lente de gafas 10 previsto. Un ángulo de plegado 58 negativo, en cambio, provoca que la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 se doble respecto a la primera zona de superficie posterior 30 y se aleje de un usuario de la lente de gafas 10 previsto. En el plano de sección transversal 25 o en el ejemplo representado en el plano Y-Z, un ángulo entre la tangente 54 de la primera zona de superficie posterior 30 y la tangente 56 de la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 es, por consiguiente, positivo.

20 Una tangente de la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 en el punto de transición 40 del plano de sección transversal 25 se identifica con el número de referencia 60. Un ángulo entre la tangente 56 de la superficie posterior 36 en el punto de transición 40 y la tangente 60 de la superficie anterior 34 en el punto de transición 40 se identifica con el número de referencia 62 y constituye el así llamado ángulo de borde de cuña 62. El mismo define la cuña prismática del segundo elemento de lente 24 en el punto de transición 40. Un cuarto radio de curvatura 64 de la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 en el punto de transición 40 lleva la referencia 64. El correspondiente centro de curvatura del cuarto radio de curvatura 64 se identifica esquemáticamente con el número de referencia 74.

30 Un tercer radio de curvatura 66 de la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 en el punto de transición 40 se identifica con el número de referencia 66. El correspondiente centro de curvatura del tercer radio de curvatura 66 se identifica esquemáticamente con el número de referencia 73. Un segundo radio de curvatura 68 de la superficie posterior 28 del primer elemento de lente 18 en el punto de transición 40 se identifica con el número de referencia 68.

Un primer radio de curvatura o un primer radio 70 de la superficie anterior 16 del primer elemento de lente 18 se identifica esquemáticamente.

35 En la figura 10 se representa un diagrama esquemático de operaciones de un procedimiento 100 para el diseño de la lente de gafas 10.

40 El procedimiento comienza con un paso inicial 102. En primer lugar se procede, en un paso 104, a la primera determinación de un primer material del primer elemento de lente 18 y de un segundo material del segundo elemento de lente 24. Los materiales se eligen especialmente de manera que los número de Abbe del primer elemento de lente y del segundo elemento de lente sean distintos para que pueda actuar de forma al menos parcialmente acromática.

45 En un paso de determinación se averigua al menos el punto de transición 40 entre la zona de base 20 y la zona acromática 22 en la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10 en una primera sección transversal 25 de la lente de gafas. En especial se puede prever que el primer punto de transición 40 se determine de modo que en la zona de transición del primer punto de transición 40 el error cromático transversal sea para el usuario de la lente de gafas 10 menor que un valor límite de error cromático transversal previamente establecido o igual a un valor límite de error cromático transversal previamente establecido.

50 Una vez establecido de esta manera el primer punto de transición 40 en el plano de sección transversal 25 sigue el paso de la primera determinación 108. Se entiende que en una lente de gafas 10 rotacionalmente simétrica existen en cada plano de sección transversal 25 dos puntos de transición 40. En el paso de la primera determinación 108 se determinan el ángulo de borde de cuña 62 y el ángulo de plegado 58. El ángulo de borde de cuña y el ángulo de plegado se determinan de modo que el efecto prismático para el usuario de la lente de gafas coincida en la zona de base 20 en el punto de transición 40 y en la zona acromática 22 en el punto de transición 40. Por lo tanto no se produce ningún salto en el efecto prismático en el punto de transición 40. A través de los dos grados de libertad del ángulo de borde de cuña y del ángulo de plegado se puede establecer además el salto por el que cambia el error cromático transversal en el punto de transición 40.

55 En un paso de una segunda determinación 110 se establece después el cuarto radio de curvatura 64 en la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 en el plano de sección transversal 25 en el punto de transición 40.

5 Sobre esta base se determina en un paso de segunda determinación 112 el tercer radio de curvatura 66 de la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 en el plano de sección transversal 25. El tercer radio de curvatura 66 se determina de modo que un efecto esférico y un efecto astigmático de la lente de gafas en la zona de base en el punto de transición 40 así como un efecto esférico y un efecto astigmático de la lente de gafas 10 en la zona acromática 22 en el punto de transición 40 coincidan. Así no se produce ningún salto en el efecto esférico o en el efecto astigmático para el usuario en un punto de transición 40.

10 A continuación del paso 112 se puede prever, en principio, que los pasos 106, 108, 110 y 112 se repitan para otro plano de sección transversal 47. De esta manera la lente de gafas 10 se puede diseñar para una pluralidad de planos de sección transversal 25, 47. Se puede prever, por ejemplo, que se dispongan varios planos de sección transversal inclinados respectivamente los unos respecto a los otros en un ángulo determinado para diseñar la lente de gafas por completo. No es obligatorio que los pasos 106, 108, 110 y 112 se realicen sucesivamente para cada sección transversal, dado que el diseño y/o la optimización también se puede llevar a cabo paralelamente para todos los planos de sección transversal.

El procedimiento para el diseño 100 termina con un paso de parada 114 a lo largo de una desviación 116.

15 El diseño de la lente de gafas 10 o del primer elemento de lente 18 y del segundo elemento de lente 24 ha sido completado. Se han determinado los desarrollos de las respectivas superficies anterior y posterior, por lo que se puede fabricar el primer elemento de lente 18, el segundo elemento de lente 24 y toda la lente de gafas 10. En este sentido el procedimiento 122 para la fabricación de una lente de gafas 10 presenta el procedimiento 100 para el diseño de la lente de gafas 10.

20 En un paso opcional 118 puede seguir, a continuación del paso 112, otro paso de optimización 118 de la lente de gafas diseñada por medio de un procedimiento de trazado de rayos. El procedimiento 100 termina entonces a continuación del paso 118 en un paso de parada 114 a lo largo de la desviación 120.

25 Después del paso de segunda determinación 112 o del paso de optimización 118 se conoce el diseño del primer elemento de lente 18 y del segundo elemento de lente 24. Por lo tanto, en un paso 124 se puede fabricar el primer elemento de lente.

En un paso 126 se fabrica el segundo elemento de lente. Lógicamente los pasos 124 y 126 también se pueden ejecutar de manera paralela o inversa. Finalmente, en un paso 128, se dispone del primer elemento de lente acabado y del segundo elemento de lente acabado. En el paso 128 se unen el primer elemento de lente 18 y el segundo elemento de lente 24. Los elementos de lente 18, 24 se pueden enmasillar o adherir por fuerza molecular.

30 El procedimiento para la fabricación 122 termina igualmente en el paso de parada 114.

En las figuras 11a hasta 11f se indica un ejemplo comparativo para una lente de gafas tradicional formada por un único primer elemento de lente 18.

35 En la figura 11a se ilustra una sección transversal de una lente de gafas de este tipo. Una lente de gafas formada por un único primer elemento de lente 18 puede constituir un diseño básico 79 en el que se buscan, en primer lugar, los puntos de transición 40 en los que se analizan unos cuantos errores transversales para un usuario 80 cuyo ojo se dibuja esquemáticamente como círculo, con líneas a rayas, en la figura 11a. El usuario 80 tiene datos de usuario que indica, entre otras cosas, la posición del punto de rotación del ojo 82. Un análisis del desarrollo de un error cromático transversal en la superficie posterior 28 del primer elemento de lente 18 se realiza en el marco de la extensión, en el que, partiendo del punto de rotación del ojo 82, se determinan los rayos principales 86 del ojo del usuario 80 y el desarrollo a través del primer elemento de lente 18. Los distintos rayos principales 86 reflejan diferentes ángulos de rotación o direcciones de mirada 84 del usuario. Una posición relajada del ojo del usuario 80 tiene, como rayo principal 86, una dirección de visión cero 89. La dirección de visión cero 89 cruza la superficie posterior 28 del primer elemento de lente 18 en un punto de visión cero 88.

45 Para el ejemplo comparativo representado en las figuras 11a hasta 11f la distancia del punto de rotación del ojo 280 respecto a la superficie posterior 28 del primer elemento 18 a lo largo de la línea de visión cero 89 es de 24 mm. La superficie anterior 16 del primer elemento de lente 18 es esférica y presenta un radio de 807 mm. La superficie posterior 28 también es esférica y presenta un radio de 73,364 mm. El primer elemento de lente 18 se ha configurado de un material con un índice de refracción de 1,807 y un número de Abbe de 34,4. Un rayo principal 86, que cruza la superficie 28 a una altura  $Y = 8$  mm, se percibe como error cromático transversal predefinido de 0,25 cm/m.

55 En la figura 11b se indica el desarrollo de la diferencia astigmática del ejemplo comparativo representado en la figura 11a. En la figura 11c se indica un desarrollo del error cromático transversal por encima de la altura de un punto de perforación de un rayo principal 86 procedente del punto de rotación del ojo 82 en la superficie posterior 28 del primer elemento de lente 18. Como se puede reconocer, con una altura de 8 mm el error cromático transversal es en la cara 28 de 0,25 cm por m. Si se trata del valor límite de error cromático transversal predefinido como molesto y si se ha determinado que el punto de transición 40 se encuentre en el plano de sección transversal allí donde el error cromático transversal para el usuario 80 corresponde al valor límite de error cromático transversal, se marca como punto de transición 40 una altura de 8 mm en la cara posterior 28. Entre el punto de transición 40 y el borde 12 de la lente de gafas se debe prever, por lo tanto, la zona acromática 22 para reducir el error cromático transversal.

Un efecto prismático total en el plano de sección transversal, es decir, la desviación total de los rayos, se indica en la figura 11d sobre la altura del punto de perforación del rayo principal 86 por la cara posterior de la lente de gafas 28.

En la figura 11e se indica el desarrollo correspondiente de la desviación esférica. En la figura 11 se indican una amplitud de corte tangencial, es decir, una amplitud de corte en un plano meridional que contiene el rayo principal 86, y una amplitud de corte sagital, es decir una amplitud de corte en un plano perpendicular al plano meridional, que contiene el rayo principal 86, dependiente a su vez de la altura del punto de perforación de un rayo principal 86 por la cara posterior 28 de la lente de gafas 10. La amplitud de corte tangencial se representa por medio de la línea 90, la amplitud de corte sagital por medio de la línea 91.

En la figura 12a se representa un primer ejemplo de una lente de gafas diseñada conforme a la invención. Esta lente de gafas presenta los siguientes valores. La distancia del punto central del ojo 82 respecto a la superficie posterior 26 es de 24 mm. El primer radio es de 807 mm, el segundo radio de 73,364 mm. La superficie anterior 16 del primer elemento de lente 18 y la primera zona de superficie posterior 30 del primer elemento de lente 18 son esféricas. Un tercer radio de curvatura en el punto de transición 40 es de 45,514 mm. El cuarto radio de curvatura en el punto de transición 40 es de 150 mm. El primer elemento de lente presenta un índice de refracción de 1,807 y un número de Abbe del primer elemento de lente 18 de 34,4. El segundo elemento de lente presenta un índice de refracción de 1,525. El número de Abbe del segundo elemento de lente 24 es de 58,3.

Por lo tanto, la lente de gafas se ha configurado rotacionalmente simétrica. Un punto de transición 40 se encuentra a una altura de 8 ó -8 mm de la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10, partiendo del eje óptico 38 de la lente de gafas 10. La superficie anterior 34 y la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 son esféricas. Sin embargo, un respectivo punto central de curvatura de la superficie se encuentra alejado del eje óptico 38. El punto central de curvatura del tercer radio de curvatura presenta las coordenadas  $Y = 14,1$  y  $Z = 46,541$ . El centro del cuarto radio de curvatura está en  $Y = -29,109$  y  $Z = 146,775$ . El ángulo de plegado es de  $8,063^\circ$ . El ángulo de borde de cuña es de  $22,025^\circ$ . El origen del sistema de coordenadas Y-Z representado en la figura 12a se encuentra en el punto de intersección del eje óptico con la superficie anterior 14 de la lente de gafas 10.

En la figura 12a se representa además esquemáticamente un plano normal 92. Éste se desarrolla perpendicular al plano de sección transversal 25 que en el ejemplo de realización representado se encuentra en el plano Y-Z. Por lo tanto, el plano normal 92 se encuentra en el plano X-Y. El plano principal 86, que parte del punto de rotación del ojo 82 o atraviesa la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10 en el punto de transición 40, pasa por la superficie posterior 26 en el punto de perforación 94. Además atraviesa la superficie anterior 14 de la lente de gafas 10 en un punto de perforación 93. La tangente de la superficie anterior 14 de la lente de gafas 10 se identifica con el número de referencia 95. El ángulo respecto al plano normal 92 es el ángulo W1 y lleva la referencia 96. Una tangente de la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 se identifica con el número de referencia 97. El ángulo respecto al plano normal 92 lleva la referencia 98. Entre las tangentes 95 y 97 se encuentra el "otro ángulo de inclinación" identificado con el número 99. El ángulo 99 refleja, por lo tanto, el ángulo de inclinación para un rayo principal 86 que en el punto de transición 40 pasa por la zona acromática 22.

En la figura 12b se puede ver el cambio del desarrollo del error cromático transversal sobre la altura de la lente de gafas debido al diseño según la invención. En el punto de transición 40 se produce un salto. Por consiguiente, un error cromático transversal molesto de más de 0,25 cm/m sólo se produce a partir de una altura de aproximadamente 13 mm, en lugar de los 8 mm.

Como se puede deducir de las figuras 12c, 12d y 12e, se puede conseguir además que, a través de la altura de la lente de gafas, se logren desarrollos continuos de la desviación astigmática, del prisma general y de la desviación esférica. En el punto de transición 40 los desarrollos pueden presentar naturalmente un pliegue, pero no presentan un salto. Por lo tanto, en el punto de transición 40 no se produce ningún salto de efecto molesto.

La amplitud de corte tangencial y sagital se indican en la figura 12f. La amplitud de corte tangencial lleva igualmente la referencia 90, la amplitud de corte sagital la referencia 91.

En la figura 13a se representa otro ejemplo de realización de una lente de gafas según la invención o diseñada según la invención. Los mismos elementos se identifican por medio de las mismas referencias y no se vuelven a explicar. En el ejemplo de realización la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24 y la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 se han configurado a modo de polinomio de tercer orden. Así se obtiene un grado de libertad adicional gracias al cual se puede reducir el grosor del borde 12 de la lente de gafas de la variante de realización representada en la figura 13a frente a la variante de realización representada en la figura 12a.

En el ejemplo de realización representado en la figura 13a la distancia entre el punto de rotación del ojo y la superficie posterior de la lente de gafas 10 es de 24 mm. El primer radio de la superficie anterior esférica 16 del primer elemento de lente 18 es de 807 mm. El segundo radio de la primera zona de superficie posterior esférica 30 es de 73,364 mm. El tercer radio de curvatura en el punto de transición 40 es de 45,514 mm. El cuarto radio de curvatura en el punto de transición 40 es de 150 mm. El primer elemento de lente 18 presenta un índice de refracción de 1,807 y un número de Abbe de 34,4. El segundo elemento de lente 24 presenta un índice de refracción de 1,807 y un número de Abbe de 58,3. Al igual que en el ejemplo de realización representado en la figura 12a, el ángulo de plegado es de  $8,063^\circ$ . El ángulo de borde de cuña es, como en el ejemplo de realización representado en

la figura 12a, de  $22,025^\circ$ . Los puntos de transición 40 también se encuentran a una altura de  $\pm 8$  mm en la superficie posterior 26 de la lente de gafas 10.

Partiendo de un punto de transición 40 el polinomio  $Z(\Delta Y)$  está formado por  $1,43748564 - 0,13523588 \Delta Y + 0,01128837 \Delta Y^2 + 0,00005 \Delta Y^3$ . Este polinomio forma la superficie anterior 34 del segundo elemento de lente 24.

5 Para la superficie posterior 36 del segundo elemento de lente 24 y partiendo de un punto de transición 40 el polinomio correspondiente para las superficies de la figura 13a de  $Z$  corresponde a  $\Delta Y = 1,43748564 + 0,25532965 \Delta Y + 0,00366456 \Delta Y^2 - 0,00009 \Delta Y^3$ .

10 En la figura 13b se indica a su vez el desarrollo del error cromático transversal por encima de la altura del punto de perforación de un rayo principal por la cara posterior de la lente de gafas 10. Como se puede ver, el error cromático transversal se puede reducir claramente en el punto de transición, con lo que se puede aumentar en total la altura de la lente de gafas a partir de la cual el error cromático transversal resulta molesto para un usuario.

Las figuras 13c, 13d y 13e muestran que un efecto esférico, un efecto astigmático y un efecto prismático total presentan un desarrollo continuo sobre el punto de transición 40. Se evita por completo un salto de efecto en el punto de transición 40.

15 En la figura 13f se indican de nuevo la amplitud de corte tangencial y sagital. La amplitud tangencial lleva la referencia 90 y la amplitud sagital la referencia 91.

Las figuras 14a y 14b muestran una forma de realización de unas gafas 130. Las gafas 130 presentan una primera lente de gafas 10 y una segunda lente de gafas 10'. La primera lente de gafas 10 y/o la segunda lente de gafas 10' se configuran del modo antes descrito. Las lentes de gafas 10, 10' se disponen en una montura 131.

20 Para estas gafas se define un sistema de caja o una medida de caja de modo que el experto en la materia conoce. La caja de cada lente de gafas 10, 10' queda limitada por tangentes verticales 132 y tangentes horizontales de la respectiva lente de gafas 10, 10'. A la misma distancia de cada tangente horizontal 134 se desarrolla para cada lente de gafas 10, 10' una línea central horizontal 138. En el ejemplo representado las líneas son idénticas, algo que no es absolutamente imprescindible.

25 A la misma distancia de cada tangente vertical 132 se desarrolla para cada lente de gafas 10, 10' una línea central vertical 136. El plano que contiene las dos líneas centrales verticales es un plano de montura 142, como se ve en la figura 14b. El plano de montura 142 puede presentar, por lo tanto, un ángulo de lente de montura 144 respecto a los planos de lente 146, 146' de la lente de gafas 10, 10'. Un plano de sección transversal 25, 47 se puede desarrollar de forma normal respecto al plano de montura 142 y contiene el respectivo punto central (140) según la medida de caja.

30 La presente invención comprende además variantes de realización según las siguientes frases:

Frase 1. Procedimiento (100) para el diseño de una lente de gafas (10) para un usuario (80), presentando la lente de gafas (10) un primer elemento de lente (18) y al menos un segundo elemento de lente (24), presentando el primer elemento de lente (18) una superficie anterior (16) y una superficie posterior (28) que presenta una primera zona de superficie posterior (30) y una segunda zona de superficie posterior (32), presentando el segundo elemento de lente (24) una superficie anterior (34) y una superficie posterior (36), ajustándose la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) y la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24), configurándose una superficie anterior (14) de la lente de gafas (10) por medio de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) y una superficie posterior (26) de la lente de gafas (10) en una zona de base (20) por medio de la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) y en una zona acromática (22) por medio de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24), caracterizado por los siguientes pasos:

- primera determinación (104) de un primer material del primer elemento de lente (18) y de un segundo material de al menos un segundo elemento de lente (24);
- 45 - determinación (106) de al menos un primer punto de transición (40) entre la zona de base (20) y la zona acromática (22) en la superficie posterior (26) de la lente de gafas (10), pasando un primer plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10) por el primer punto de transición (40);
- primera determinación (108) de un ángulo de borde de cuña (62) entre la superficie posterior (36) de un segundo elemento de lente (24) y la superficie anterior (34) de un segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40) en el primer plano de sección transversal (25) y determinación de un ángulo de plegado (58) entre una tangente (54) de la primera zona de superficie posterior (30) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) y una tangente (56) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) de manera que para el usuario (80) un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el primer punto de transición (40) a un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el primer punto de transición (40);

- segunda determinación (110) de un cuarto radio de curvatura (64) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40);
  - segunda determinación (112) de un tercer radio de curvatura (66) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) de la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40) de manera que para un usuario (80) de la lente de gafas (10) un efecto esférico y un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el punto de transición (40) a un efecto esférico y a un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el punto de transición (40).
- 5
- 10 Frase 2: Procedimiento según la frase 1, caracterizado por que el primer material del primer elemento de lente (18) y el segundo material del segundo elemento de lente (24) se establecen de manera que el primer elemento de lente (18) y el segundo elemento de lente (24) actúen conjuntamente de forma al menos parcialmente acromática.
- Frase 3: Procedimiento según la frase 1 ó 2, caracterizado por que el paso de la primera determinación comprende la determinación de un diseño básico (79) del primer elemento de lente (18), presentando el diseño básico (79) al menos la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) y la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18).
- 15
- Frase 4: Procedimiento según una de las frases 1 a 3, caracterizado por que la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) es esférica y por que el paso de la primera determinación (104) comprende una determinación de un primer radio (70) de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18).
- 20
- Frase 5: Procedimiento según una de las frases 1 a 4, caracterizado por que la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) en la zona de base (20) es esférica y por que el paso de la primera determinación (104) comprende una determinación de un segundo radio (68) de la primera zona de superficie posterior (30).
- Frase 6: Procedimiento según una de las frases 1 a 5, caracterizado por que en el paso de la primera determinación (108) del ángulo de plegado (58) el ángulo de plegado (58) se determina en dependencia del primer material, del segundo material, de un cambio preestablecido del error cromático transversal para el usuario (80) de la lente de gafas (10) en un punto de transición (40), del efecto prismático del primer elemento de lente (18) en el primer plano de sección transversal (25) en la zona de base (20) en el punto de transición (40) del ángulo de inclinación (96) de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) respecto a un plano normal (92) del primer plano de sección transversal (25) en un punto de perforación (93) a través de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) de un rayo principal (86) que parte del punto de rotación del ojo (82) del usuario (80) a través del primer punto de transición (40) y de un ángulo de inclinación (98) de la primera zona de superficie posterior (30) respecto al plano normal (92) en el primer punto de transición (40).
- 25
- 30
- Frase 7: Procedimiento según una de las frases 1 a 6, caracterizado por que al menos los pasos de la primera determinación (108) del ángulo de borde de cuña (62) y del ángulo de plegado (58) y de una segunda determinación (112) del tercer radio de curvatura (66) se realizan en una pluralidad de planos de sección transversal distintos (25, 47) y en cada uno de los planos de sección transversal (25, 47) de la pluralidad de planos de sección transversal (25, 47) para al menos un punto de transición (40).
- 35
- Frase 8: Procedimiento según una de las frases 1 a 7, caracterizado por que la lente de gafas (10) es rotacionalmente simétrica a un eje óptico (38) de la lente de gafas (10) y por que los pasos de la primera determinación (108) del ángulo de borde de cuña (62) y del ángulo de plegado (58) y de la determinación (112) del tercer radio de curvatura (66) se realizan en un plano de sección transversal (25).
- 40
- Frase 9: Procedimiento según una de las frases 1 a 8, caracterizado por que el primer plano de sección transversal (25) es un plano meridiano de la lente de gafas (10).
- 45
- Frase 10: Procedimiento según una de las frases 1 a 9, caracterizado por que el plano de sección transversal (25) presenta el respectivo primer punto de transición (40), un punto de rotación del ojo (82) del usuario y un punto de visión cero (88) en la superficie posterior (26) de la lente de gafas (10).
- Frase 11: Procedimiento según una de las frases 1 a 10, caracterizado por que la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y/o la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) presentan en el primer plano de sección transversal (25) una curvatura constante.
- 50
- Frase 12: Procedimiento según una de las frases 1 a 11, caracterizado por que un punto central de curvatura (37, 38) se encuentra en el primer plano de sección transversal (25) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y/o de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) fuera de un eje de simetría (38, 42) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) o de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24).
- 55
- Frase 13: Procedimiento según una de las frases 1 a 10, caracterizado por que la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y/o la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) son asféricas.

- Frase 14: Procedimiento según una de las frases 1 a 13, caracterizado por que la determinación (106) del punto de transición (40) se lleva a cabo sobre la base de un valor límite de error cromático transversal preestablecido para un error cromático transversal de un usuario (80), siendo el error cromático transversal para el usuario (80) en el punto de transición (40) inferior o igual al valor límite de error cromático transversal.
- 5 Frase 15: Procedimiento según una de las frases 1 a 14, caracterizado por que el primer punto de transición (40) se establece determinando una distribución del error cromático transversal para el usuario (80) en la superficie posterior (28) del primer elemento de lente (18) y por que el primer punto de transición (40) se dispone en un punto de la superficie posterior (28) del primer elemento de lente (18) en el que el error cromático transversal es inferior o igual al valor límite de error cromático transversal preestablecido.
- 10 Frase 16: Procedimiento (122) para la fabricación de una lente de gafas (10) con los pasos:
- diseño (100) de la lente de gafas (10) conforme a un procedimiento según las frases 1 a 15 y
  - fabricación (124) del primer elemento de lente (18);
  - fabricación (126) de al menos un segundo elemento de lente (24) y
  - unión (128) del primer elemento de lente (18) y del segundo elemento de lente (24).
- 15 Frase 17: Producto de programa de ordenador con código de programa concebido para la realización de un procedimiento según una de las frases 1 a 16, si el producto de programa de ordenador se realiza en un dispositivo de tratamiento de datos.
- Frase 18: Lente de gafas (10) con un primer elemento de lente (18) y un segundo elemento de lente (24), configurándose el primer elemento de lente (18) de un primer material y el segundo elemento de lente (24) de un segundo material, actuando el primer material y el segundo material conjuntamente de forma al menos parcialmente acromática, presentando el primer elemento de lente (18) una superficie anterior (16) que presenta una primera zona de superficie posterior (30) y una superficie posterior (28) que presenta una segunda zona de superficie posterior (32), presentando el segundo elemento de lente (24) una superficie anterior (34) y una superficie posterior (36), ajustándose la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) y la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24), configurándose una superficie anterior (14) de la lente de gafas (10) por medio de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) y una superficie posterior (26) de la lente de gafas (10) en una zona de base (20) por medio de la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) y en una zona acromática (22) por medio de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24), presentando la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) en el primer punto de transición (40), entre la zona de base (20) y la zona acromática (22), en un primer plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10), una primera tangente (54), presentando la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40), en el primer plano de sección transversal (25), una segunda tangente (56), caracterizada por que en el primer plano de sección transversal (25) la primera tangente (54) y la segunda tangente (56) se cruzan en un ángulo de plegado (58), siendo el valor del ángulo de plegado (58) inferior a 90°.
- 20
- 25
- 30
- 35
- Frase 19: Lente de gafas (10) según la reivindicación 18, caracteriza por que la lente de gafas (10) presenta en el primer plano de sección transversal (25) dos puntos de transición (40), cruzándose la respectiva primera tangente (54) de la primera zona de superficie posterior (30) y la respectiva segunda tangente (56) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en cada uno de los dos puntos de transición (40).
- 40 Frase 20: Lente de gafas (10) según la reivindicación 18 ó 19, caracterizada por que la primera tangente (54) y la segunda tangente (56) se cruzan en el primer punto de transición (40) en una zona de posición axial de más de 160°.
- Frase 21: Lente de gafas según una de las frases 18 a 20, caracterizada por que la respectiva primera tangente (54) y la respectiva segunda tangente (56) se cruzan en cada plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10).
- 45 Frase 22: Lente de gafas (10) según una de las frases 18 a 21, caracterizada por que el primer elemento de lente (18) se dispone en la zona de base (20) y en la zona acromática (22), configurándose una superficie anterior de la lente de gafas (10) por medio de una superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18), ajustándose en la zona acromática (22), la una a la otra, una segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) y una superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y juntándose la superficie anterior y la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40) en un primer plano de sección transversal (25), formando entre sí un ángulo del borde de cuña (62).
- 50
- Frase 23: Lente de gafas (10) según una de las frases 18 a 22, caracterizada por que la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y/o la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) presentan en el primer plano de sección transversal (25) una curvatura constante.
- 55 Frase 24: Lente de gafas (10) según la reivindicación 23, caracterizada por que un punto central de curvatura en el primer plano de sección transversal (25) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) se encuentra fuera de un eje de simetría (38, 42) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y/o un punto central de curvatura del primer plano de sección transversal (25) de la superficie posterior (36) del segundo

elemento de lente (24) se encuentra fuera de un eje de simetría (38, 42) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24).

Frase 25: Lente de gafas (10) según una de las frases 18 a 22, caracterizada por que la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y/o la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) son esféricas.

5 Frase 26: Lente de gafas (10) según una de las frases 18 a 25, caracterizada por que la lente de gafas (10) es rotacionalmente simétrica a un eje óptico (38), siendo el primer plano de sección transversal (25) o cada plano de sección transversal (25, 47) un plano meridiano de la lente de gafas (10).

10 Frase 27: Lente de gafas (10) según una de las frases 18 a 26, caracterizada por que el primer plano de sección transversal (25) o cada plano de sección transversal (25, 47) se desarrolla a través de la lente de gafas (10) de manera que divida la lente de gafas (10) en un plano normal (92) perpendicular en dos superficies (44, 46) del mismo tamaño.

Frase 28: Lente de gafas (10) según una de las frases 18 a 27, caracterizada por que la zona acromática (22) en el primer plano de sección transversal (25) se extiende desde el primer punto de transición (40) hasta un borde (12) de la lente de gafas (10).

15 Frase 29: Gafas (130) con una montura (131) y una primera y una segunda lente de gafas (10, 10'), caracterizadas por que la primera y/o la segunda lente de gafas (10, 10') es una lente de gafas según una de las frases 18 a 28, comprendiendo el plano de sección transversal (25) o cada plano de sección transversal (25, 47) de la respectiva lente de gafas (10, 10') un punto central (140) según el sistema de caja de la respectiva lente de gafas (10, 10') y desarrollándose el mismo de forma normal respecto a un plano de montura (142) de las gafas (130), conteniendo el  
20 plano de montura (142) las líneas centrales verticales (136) de la caja de la primera y de la segunda lente de gafas (10, 10').

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento implementado en ordenador (100) para el diseño de una lente de gafas (10) para un usuario (80), presentando la lente de gafas (10) un primer elemento de lente (18) y al menos un segundo elemento de lente (24), presentando el primer elemento de lente (18) una superficie anterior (16) y una superficie posterior (28) que presenta una primera zona de superficie posterior (30) y una segunda zona de superficie posterior (32), presentando el segundo elemento de lente (24) una superficie anterior (34) y una superficie posterior (36), ajustándose la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) y la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24), configurándose una superficie anterior (14) de la lente de gafas (10) por medio de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) y una superficie posterior (26) de la lente de gafas (10) en una zona de base (20) por medio de la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) y en una zona acromática (22) por medio de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24), caracterizado por los siguientes pasos:
- primera determinación (104) de un primer material del primer elemento de lente (18) y de un segundo material de al menos un segundo elemento de lente (24);
  - determinación (106) de al menos un primer punto de transición (40) entre la zona de base (20) y la zona acromática (22) en la superficie posterior (26) de la lente de gafas (10), pasando un primer plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10) por el primer punto de transición (40);
  - primera determinación (108) de un ángulo de borde de cuña (62) entre la superficie posterior (36) de un segundo elemento de lente (24) y la superficie anterior (34) de un segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40) en el primer plano de sección transversal (25) y determinación de un ángulo de plegado (58) entre una tangente (54) de la primera zona de superficie posterior (30) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) y una tangente (56) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) de manera que para el usuario (80) un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el primer punto de transición (40) a un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el primer punto de transición (40);
  - segunda determinación (110) de un cuarto radio de curvatura (64) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40);
  - segunda determinación (112) de un tercer radio de curvatura (66) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) de la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40) de manera que para un usuario (80) de la lente de gafas (10) un efecto esférico y un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el punto de transición (40) a un efecto esférico y a un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el punto de transición (40).
2. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1, caracterizado por que la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) es esférica y por que el paso de la primera determinación (104) comprende una determinación de un primer radio (70) de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18).
3. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) de la zona de base (20) es esférica y por que el paso de la primera determinación (104) comprende la determinación de un segundo radio (68) de la primera zona de superficie posterior (30).
4. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1 a 3, caracterizado por que en el paso de la primera determinación (108) del ángulo de plegado (58) el ángulo de plegado (58) se determina en dependencia del primer material, del segundo material, de un cambio preestablecido del error cromático transversal para el usuario (80) de la lente de gafas (10) en un punto de transición (40), del efecto prismático del primer elemento de lente (18) en el primer plano de sección transversal (25) en la zona de base (20) en el punto de transición (40) del ángulo de inclinación (96) de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) respecto a un plano normal (92) del primer plano de sección transversal (25) en un punto de perforación (93) a través de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) de un rayo principal (86) que parte del punto de rotación del ojo (82) del usuario (80) a través del primer punto de transición (40) y de un ángulo de inclinación (98) de la primera zona de superficie posterior (30) respecto al plano normal (92) en el primer punto de transición (40).
5. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1 a 4, caracterizado por que al menos los pasos de la primera determinación (108) del ángulo de borde de cuña (62) y del ángulo de plegado (58) y de una segunda determinación (112) del tercer radio de curvatura (66) se realizan en una pluralidad de planos de sección transversal distintos (25, 47) y en cada uno de los planos de sección transversal (25, 47) de la pluralidad de planos de sección transversal (25, 47) para al menos un punto de transición (40).
6. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1 a 5, caracterizado por que la lente de gafas (10) es rotacionalmente simétrica a un eje óptico (38) de la lente de gafas (10) y por que los pasos de la primera

determinación (108) del ángulo de borde de cuña (62) y del ángulo de plegado (58) y de la determinación (112) del tercer radio de curvatura (66) se realizan sólo en un plano de sección transversal (25).

5 7. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1 a 6, caracterizado por que el plano de sección transversal (25) del respectivo primer punto de transición (40) presenta un punto de rotación del ojo (82) del usuario y un punto de visión cero (88) en la superficie posterior (26) de la lente de gafas (10).

10 8. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1 a 7, caracterizado por que un punto central de curvatura (37, 38) se encuentra en el primer plano de sección transversal (25) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y/o de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) fuera de un eje de simetría (38, 42) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) o de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24).

15 9. Procedimiento implementado en ordenador según la reivindicación 1 a 8, caracterizado por que el primer punto de transición (40) se establece averiguando una distribución del error cromático transversal para el usuario (80) en la superficie posterior (28) del primer elemento de lente (18) y por que el primer punto de transición (40) se dispone en un punto de la superficie posterior (28) del primer elemento de lente (18) en el que el error cromático transversal es menor o igual a un valor límite de error cromático transversal preestablecido.

10. Procedimiento (122) para la fabricación de una lente de gafas (10) con los pasos:

20 - diseño (100) de la lente de gafas (10) según un procedimiento para el diseño de una lente de gafas (10) para un usuario (80), presentando la lente de gafas (10) un primer elemento de lente (18) y al menos un segundo elemento de lente (24), presentando el primer elemento de lente (18) una superficie anterior (16) y una superficie posterior (28) que presenta una primera zona de superficie posterior (30) y una segunda zona de superficie posterior (32), presentando el segundo elemento de lente (24) una superficie anterior (34) y una superficie posterior (36), ajustándose la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) y la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24), configurándose una superficie anterior (14) de la lente de gafas (10) por medio de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) y una superficie posterior (26) de la lente de gafas (10) en una zona de base (20) por medio de la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) y en una zona acromática (22) por medio de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24), caracterizado por los siguientes pasos:

\* primera determinación (104) de un primer material del primer elemento de lente (18) y de un segundo material de al menos un segundo elemento de lente (24);

30 \* determinación (106) de al menos un primer punto de transición (40) entre la zona de base (20) y la zona acromática (22) en la superficie posterior (26) de la lente de gafas (10), pasando un primer plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10) por el primer punto de transición (40);

35 \* primera determinación (108) de un ángulo de borde de cuña (62) entre la superficie posterior (36) de un segundo elemento de lente (24) y la superficie anterior (34) de un segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40) en el primer plano de sección transversal (25) y determinación de un ángulo de plegado (58) entre una tangente (54) de la primera zona de superficie posterior (30) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) y una tangente (56) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) de manera que para el usuario (80) un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el primer punto de transición (40) a un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el primer punto de transición (40);

\* segunda determinación (110) de un cuarto radio de curvatura (64) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40);

45 \* segunda determinación (112) de un tercer radio de curvatura (66) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) de la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40) de manera que para un usuario (80) de la lente de gafas (10) un efecto esférico y un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el punto de transición (40) a un efecto esférico y a un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el punto de transición (40) y

- 50 - fabricación (124) del primer elemento de lente (18),  
 - fabricación (126) de al menos un segundo elemento de lente (24) y  
 - unión (128) del primer elemento de lente (18) y del segundo elemento de lente (24).

55 11. Producto de programa de ordenador con código de programa concebido para la realización de un procedimiento para el diseño de una lente de gafas (10) para un usuario (80), presentando la lente de gafas (10) un primer elemento de lente (18) y al menos un segundo elemento de lente (24), presentando el primer elemento de lente (18) una superficie anterior (16) y una superficie posterior (28) que presenta una primera zona de superficie posterior (30) y una segunda zona de superficie posterior (32), presentando el segundo elemento de lente (24) una superficie anterior (34) y una superficie posterior (36), ajustándose la segunda zona de superficie posterior (32) del primer

elemento de lente (18) y la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24), configurándose una superficie anterior (14) de la lente de gafas (10) por medio de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) y una superficie posterior (26) de la lente de gafas (10) en una zona de base (20) por medio de la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) y en una zona acromática (22) por medio de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24), caracterizado por los siguientes pasos:

- primera determinación (104) de un primer material del primer elemento de lente (18) y de un segundo material de al menos un segundo elemento de lente (24);

- determinación (106) de al menos un primer punto de transición (40) entre la zona de base (20) y la zona acromática (22) en la superficie posterior (26) de la lente de gafas (10), pasando un primer plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10) por el primer punto de transición (40);

- primera determinación (108) de un ángulo de borde de cuña (62) entre la superficie posterior (36) de un segundo elemento de lente (24) y la superficie anterior (34) de un segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40) en el primer plano de sección transversal (25) y determinación de un ángulo de plegado (58) entre una tangente (54) de la primera zona de superficie posterior (30) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) y una tangente (56) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el primer punto de transición (40) de manera que para el usuario (80) un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el primer punto de transición (40) a un efecto prismático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el primer punto de transición (40);

- segunda determinación (110) de un cuarto radio de curvatura (64) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40);

- segunda determinación (112) de un tercer radio de curvatura (66) de la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) de la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) en el primer plano de sección transversal (25) en el punto de transición (40) de manera que para un usuario (80) de la lente de gafas (10) un efecto esférico y un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona de base (20) corresponda en el punto de transición (40) a un efecto esférico y a un efecto astigmático de la lente de gafas (10) en la zona acromática (22) en el punto de transición (40),

si el producto de programa de ordenador se ejecuta en un dispositivo de tratamiento de datos.

12. Lente de gafas (10) con un primer elemento de lente (18) y un segundo elemento de lente (24), configurándose el primer elemento de lente (18) de un primer material y el segundo elemento de lente (24) de un segundo material, actuando el primer material y el segundo material conjuntamente de forma al menos parcialmente acromática, presentando el primer elemento de lente (18) una superficie anterior (16) que presenta una primera zona de superficie posterior (30) y una superficie posterior (28) que presenta una segunda zona de superficie posterior (32), presentando el segundo elemento de lente (24) una superficie anterior (34) y una superficie posterior (36), ajustándose la segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) y la superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24), configurándose una superficie anterior (14) de la lente de gafas (10) por medio de la superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18) y una superficie posterior (26) de la lente de gafas (10) en una zona de base (20) por medio de la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) y en una zona acromática (22) por medio de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24), presentando la primera zona de superficie posterior (30) del primer elemento de lente (18) en el primer punto de transición (40), entre la zona de base (20) y la zona acromática (22), en un primer plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10), una primera tangente (54), presentando la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40), en el primer plano de sección transversal (25), una segunda tangente (56), caracterizada por que en el primer plano de sección transversal (25) la primera tangente (54) y la segunda tangente (56) se cruzan en un ángulo de plegado (58), siendo el valor del ángulo de plegado (58) inferior a 90°.

13. Lente de gafas (10) según la reivindicación 12, caracterizada por que la lente de gafas (10) presenta en el primer plano de sección transversal (25) dos puntos de transición (40), cruzándose la respectiva primera tangente (54) de la primera zona de superficie posterior (30) y la respectiva segunda tangente (56) de la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en cada uno de los dos puntos de transición (40).

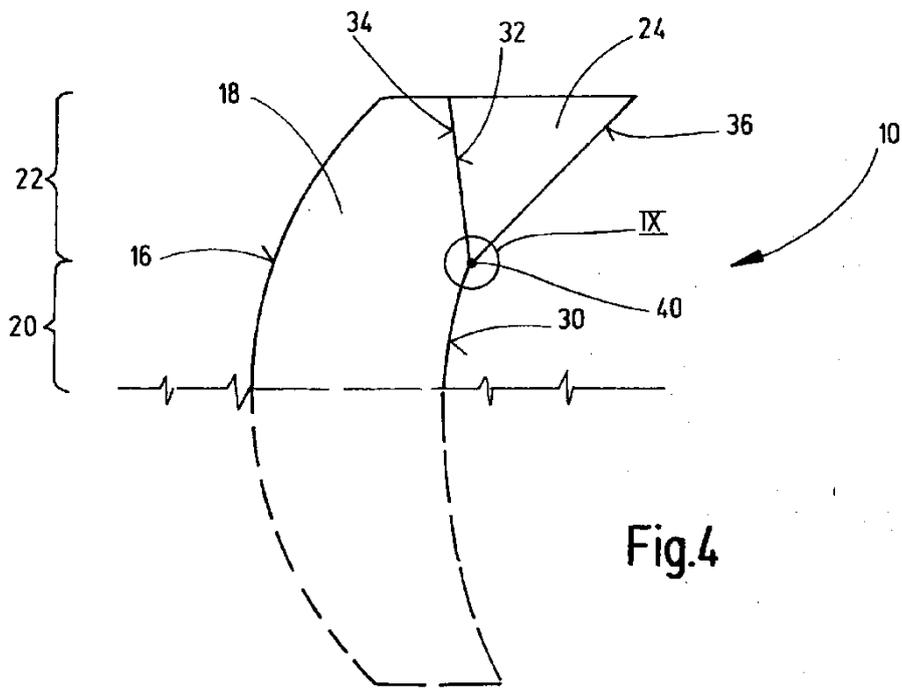
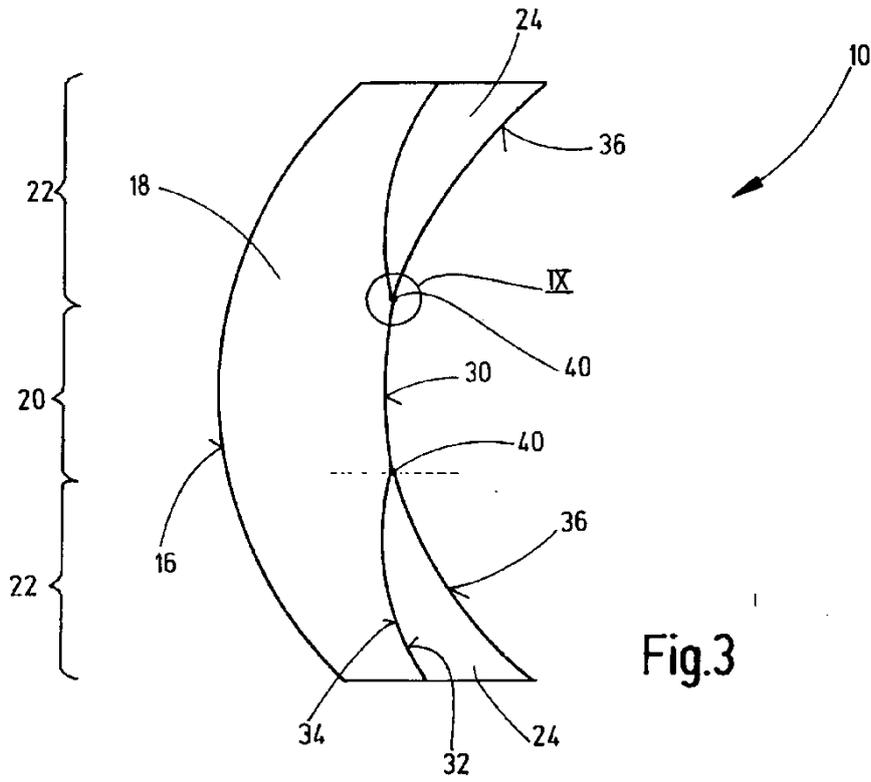
14. Lente de gafas (10) según la reivindicación 12 ó 13, caracterizada por que la respectiva primera tangente (54) y la respectiva segunda tangente (56) se cruzan en cada plano de sección transversal (25) de la lente de gafas (10).

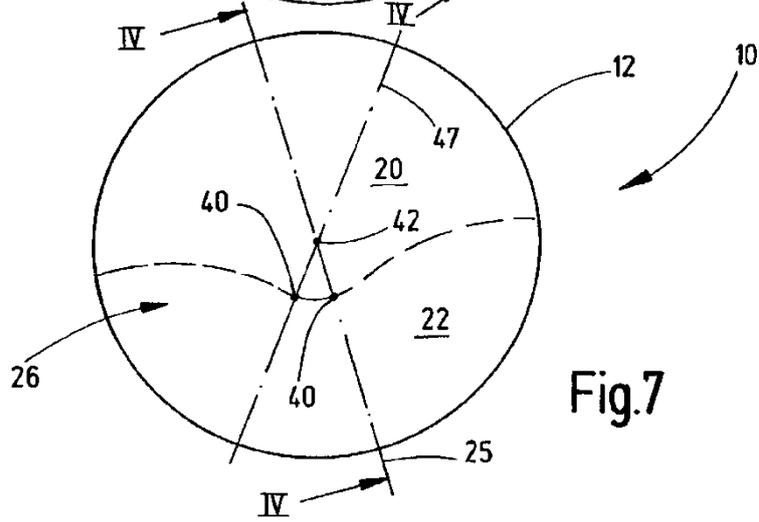
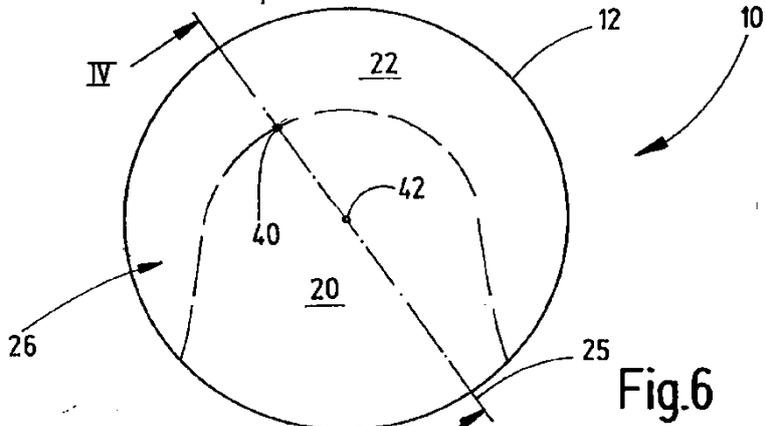
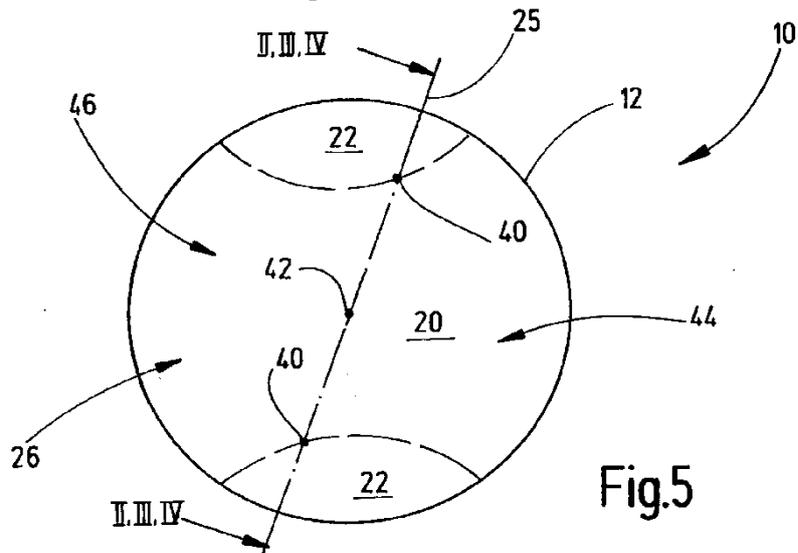
15. Lente de gafas (10) según una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizada por que el primer elemento de lente (18) se dispone en la zona de base (20) y en la zona acromática (22), configurándose una superficie anterior de la lente de gafas (10) por medio de una superficie anterior (16) del primer elemento de lente (18), ajustándose en la zona acromática (22), la una a la otra, una segunda zona de superficie posterior (32) del primer elemento de lente (18) y una superficie anterior (34) del segundo elemento de lente (24) y juntándose la superficie anterior y la superficie posterior (36) del segundo elemento de lente (24) en el primer punto de transición (40) en un primer plano de sección transversal (25), formando entre sí un ángulo del borde de cuña (62).

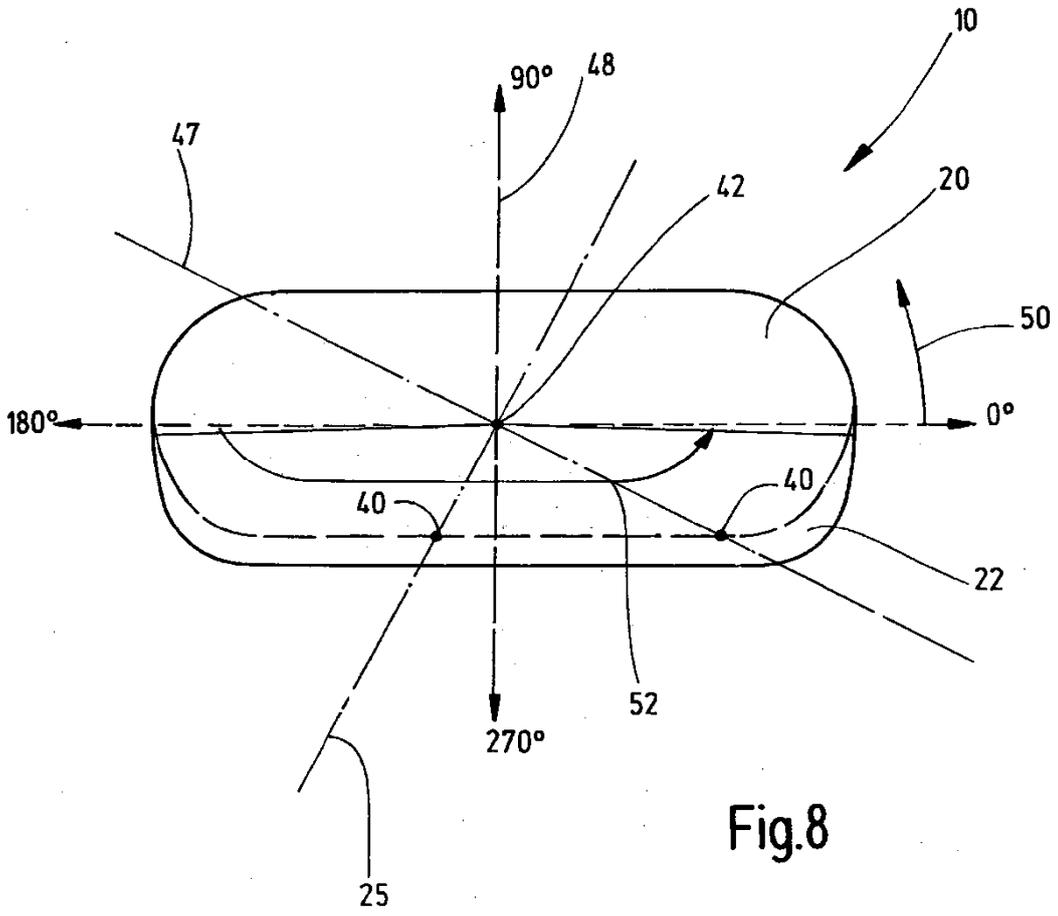
16. Lente de gafas (10) según una de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizada por que la zona acromática (22) en el primer plano de sección transversal (25) se extiende desde el primer punto de transición (40) hasta un borde (12) de la lente de gafas (10).

5 17. Gafas (130) con una montura (131) y una primera y una segunda lente de gafas (10, 10'), caracterizadas por que la primera y/o la segunda lente de gafas (10, 10') es una lente de gafas según una de las reivindicaciones 12 a 16, comprendiendo el plano de sección transversal (25) o cada plano de sección transversal (25, 47) de la respectiva lente de gafas (10, 10') un punto central (140) según el sistema de caja de la respectiva lente de gafas (10, 10') y desarrollándose el mismo de forma normal respecto a un plano de montura (142) de las gafas (130), conteniendo el  
10 plano de montura (142) las líneas centrales verticales (136) de la caja de la primera y de la segunda lente de gafas (10, 10').









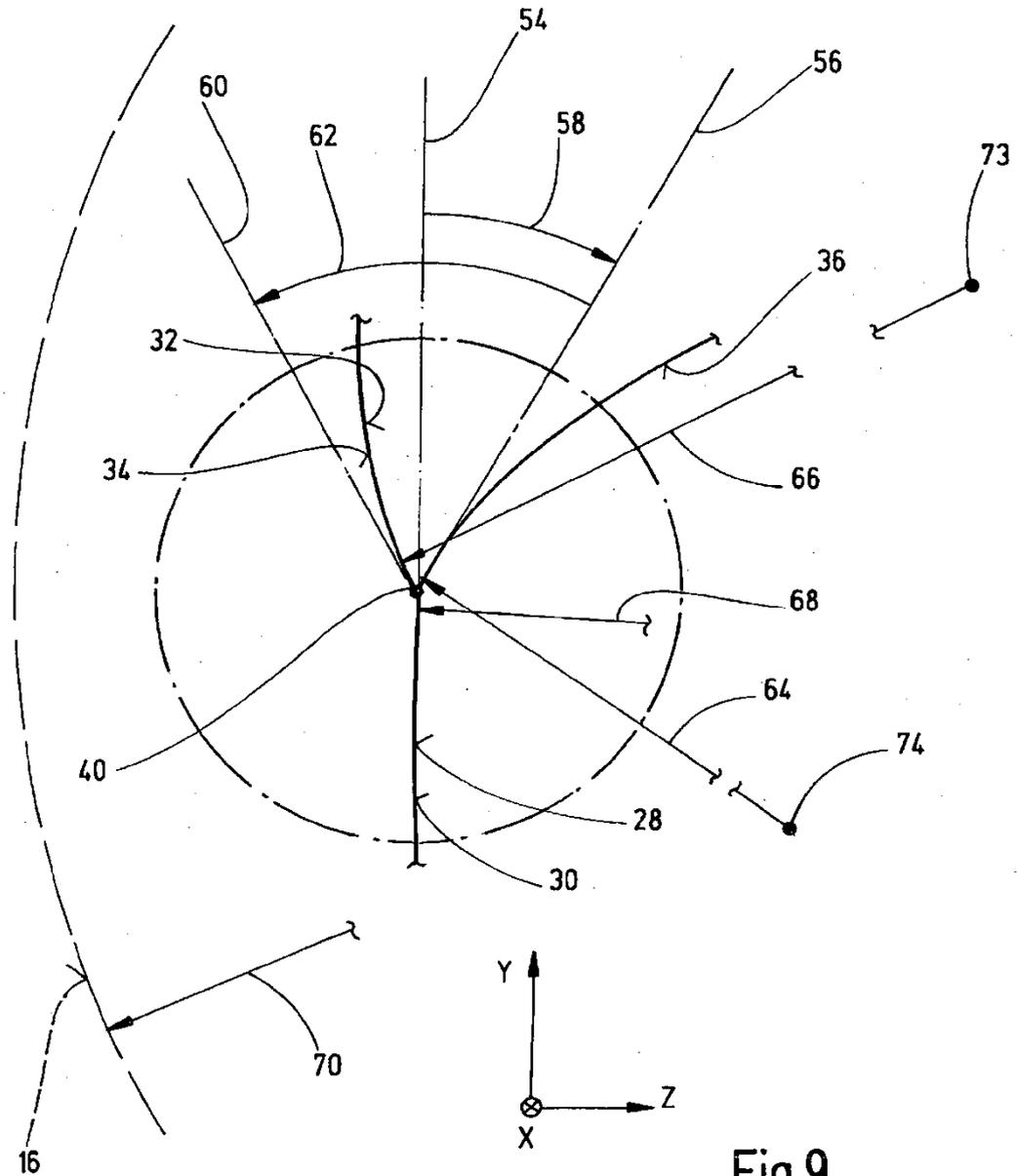
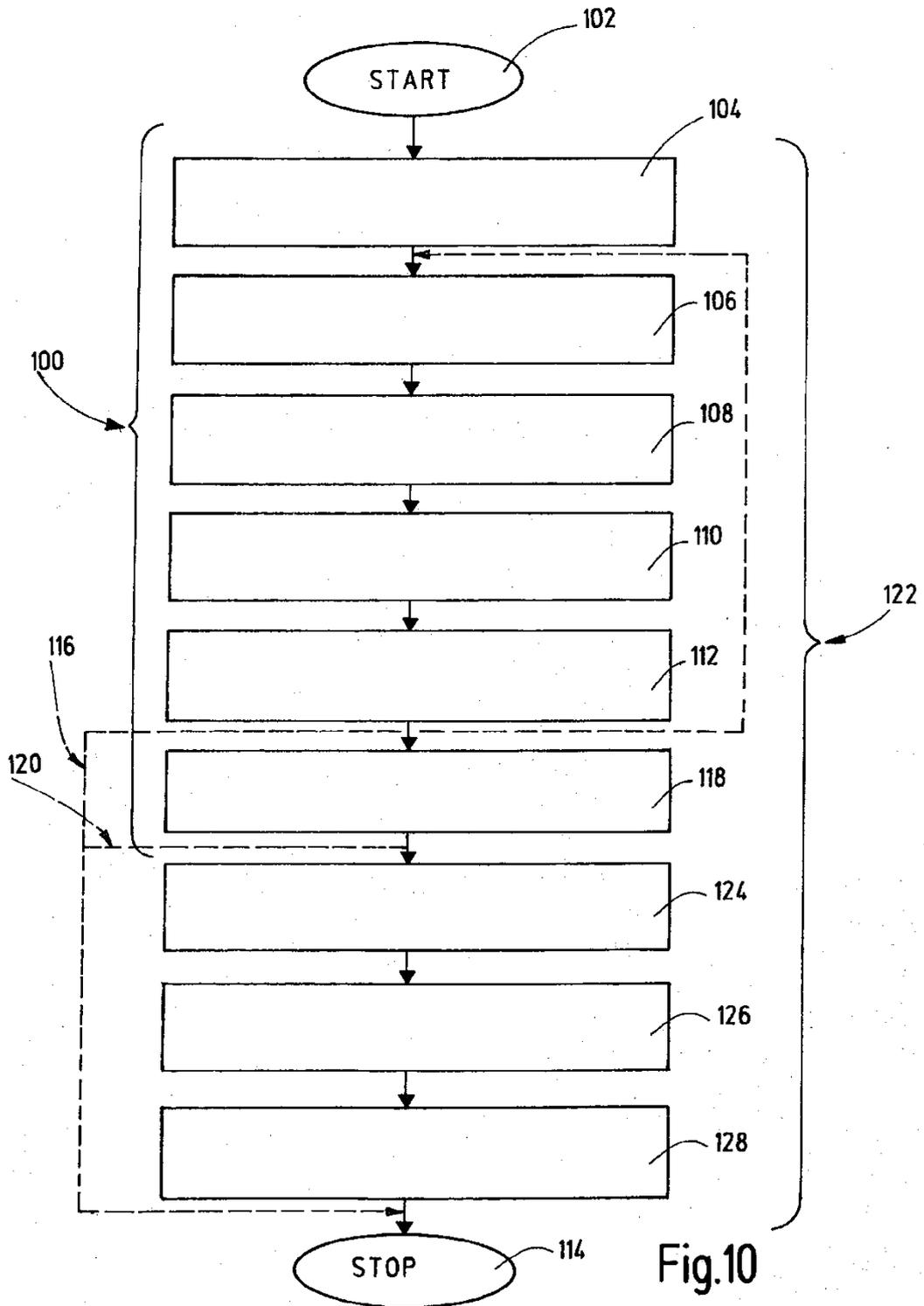


Fig.9



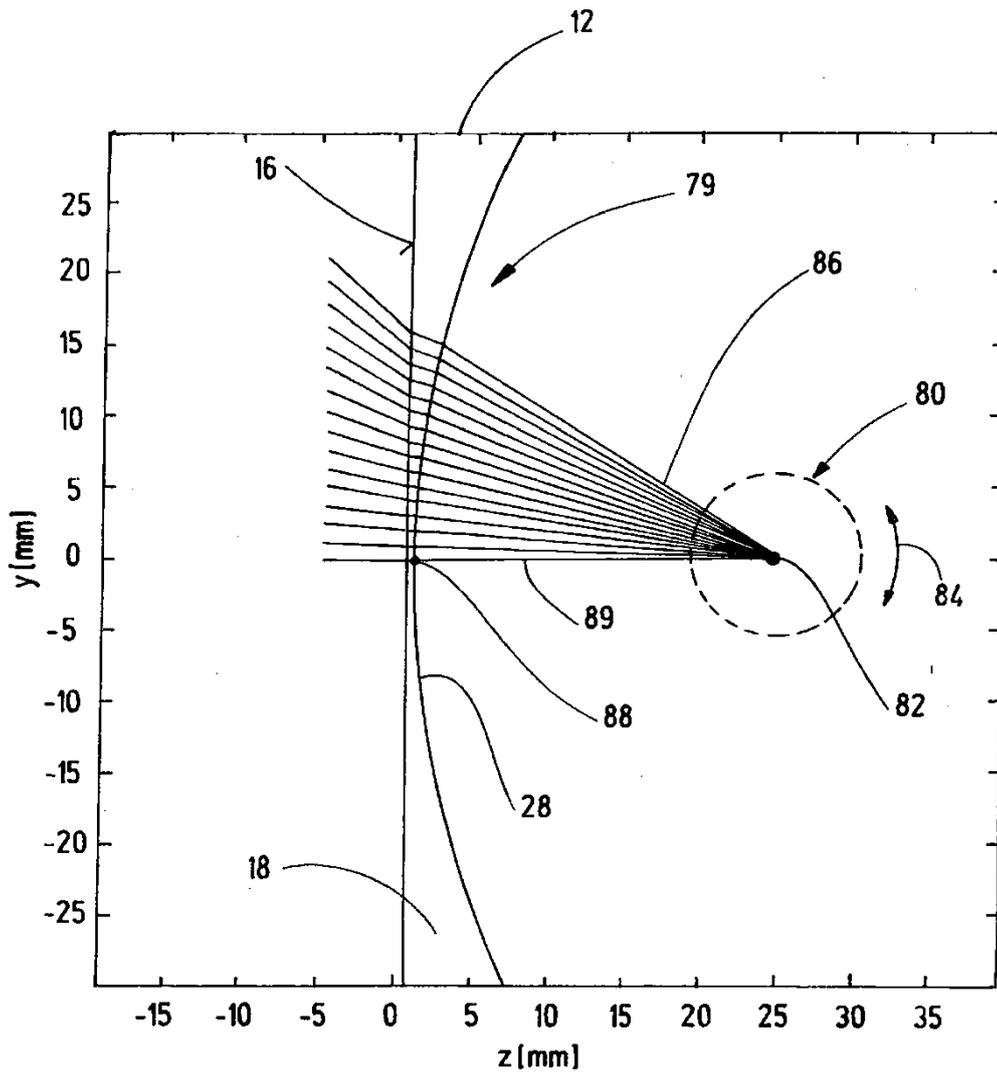
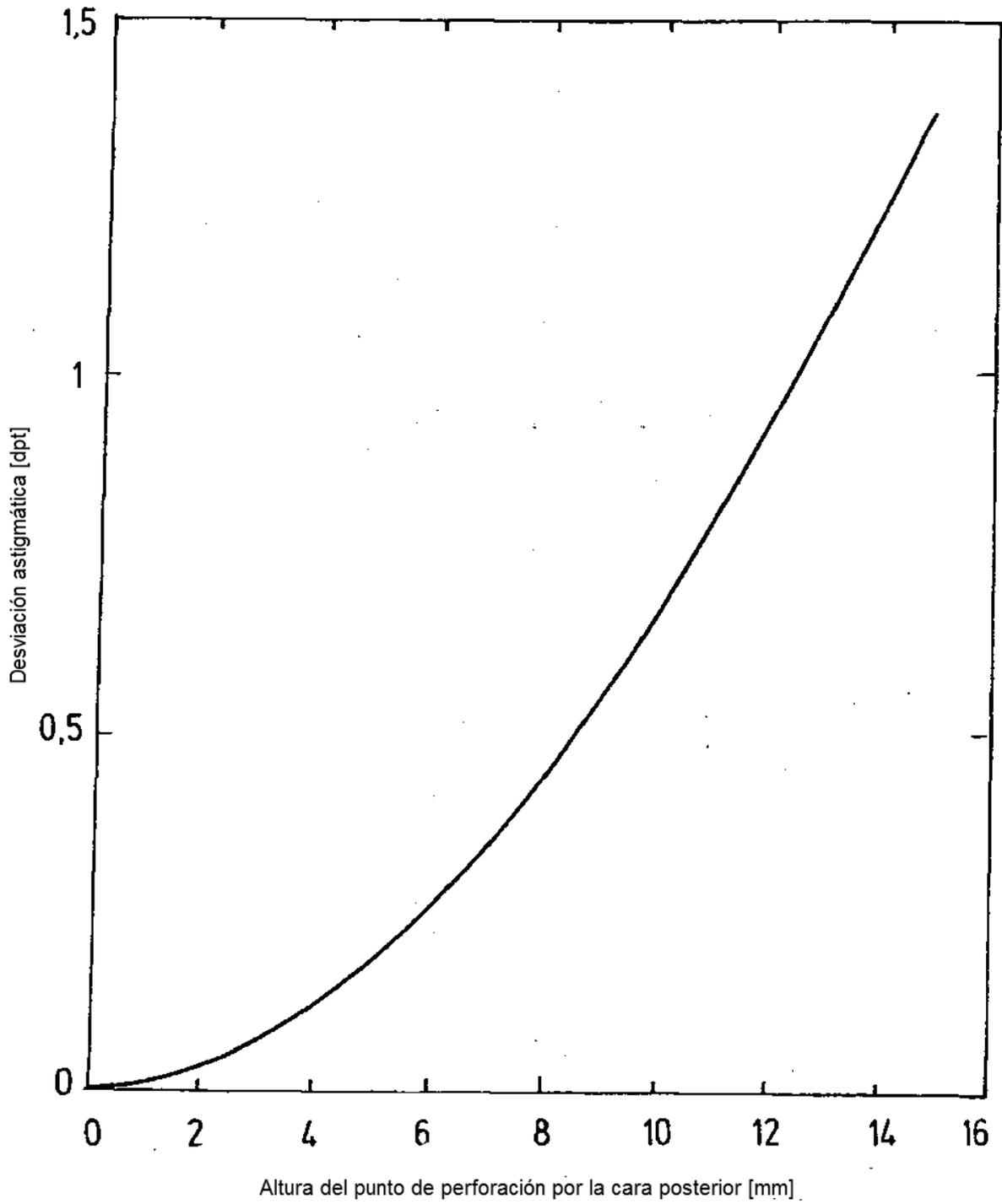


Fig.11a



**Fig.11b**

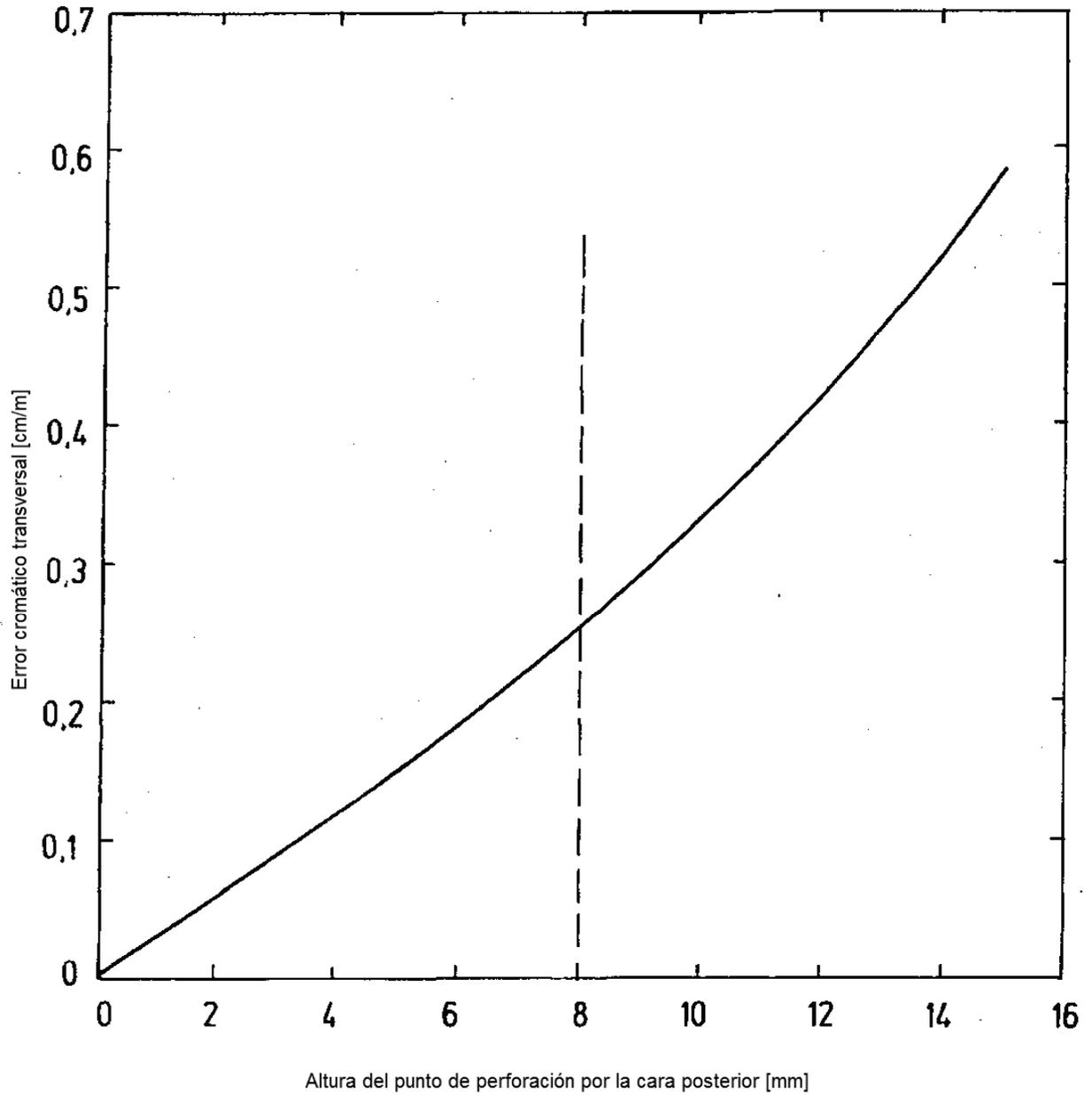


Fig.11c

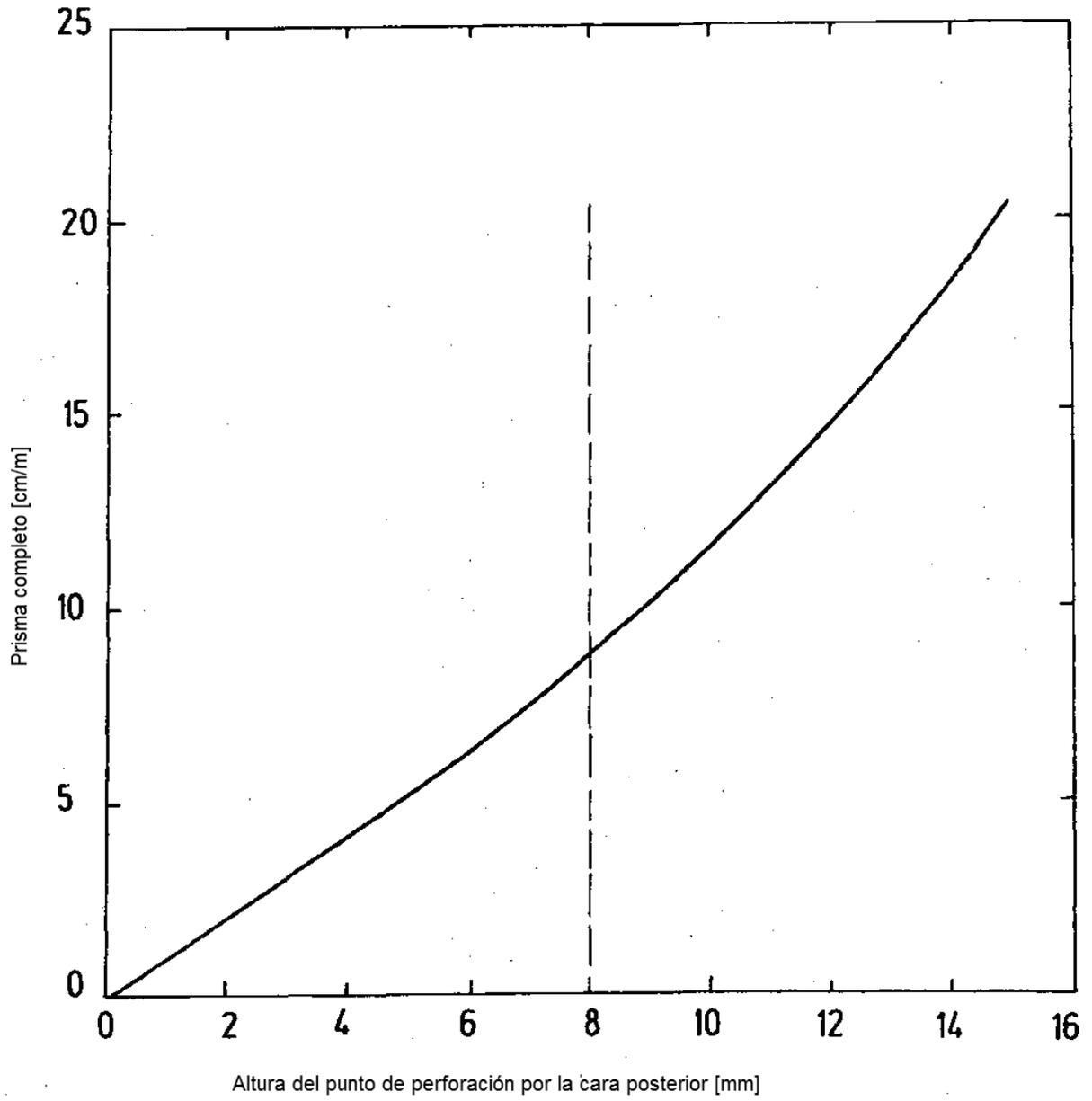


Fig.11d

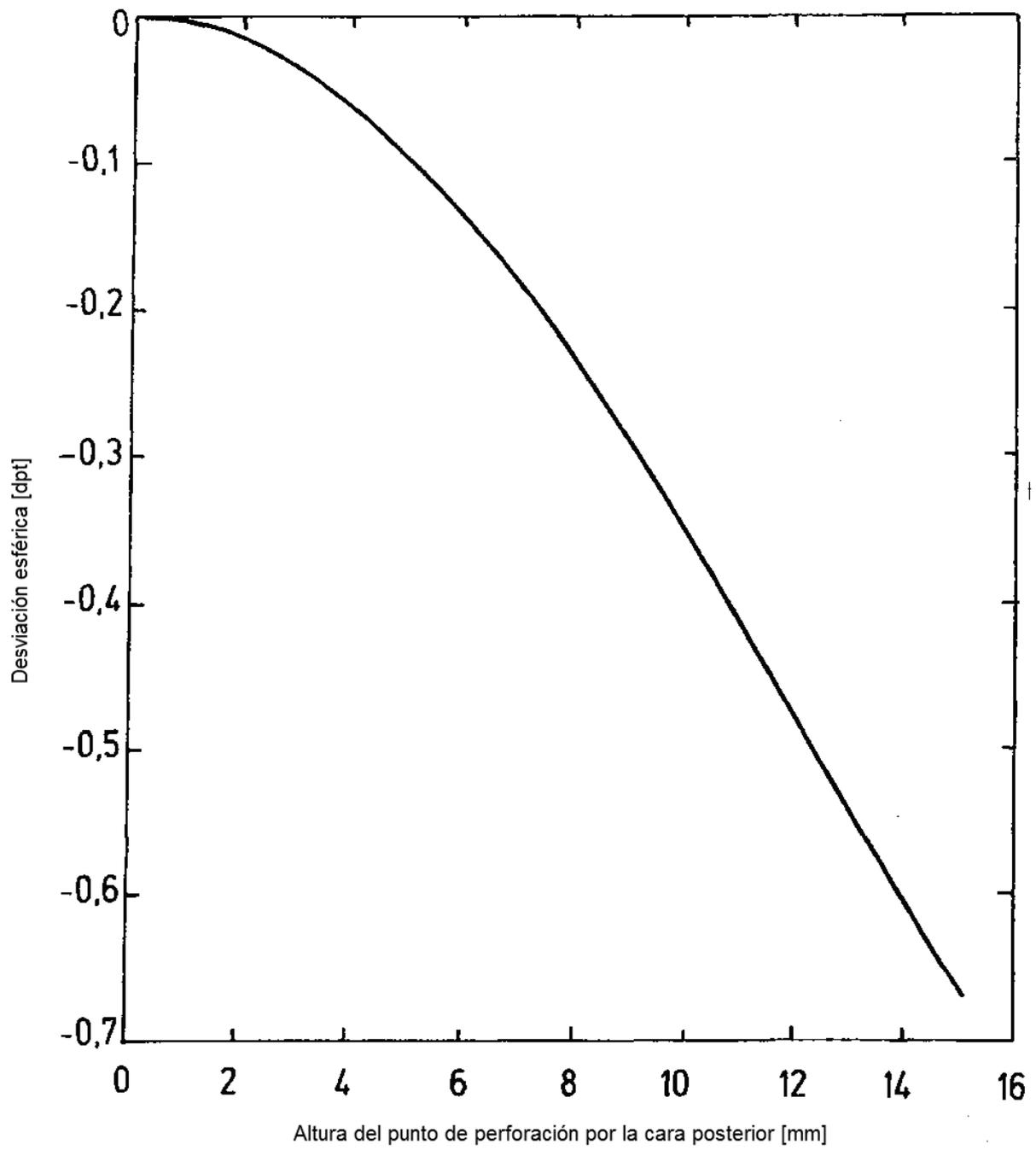


Fig.11e

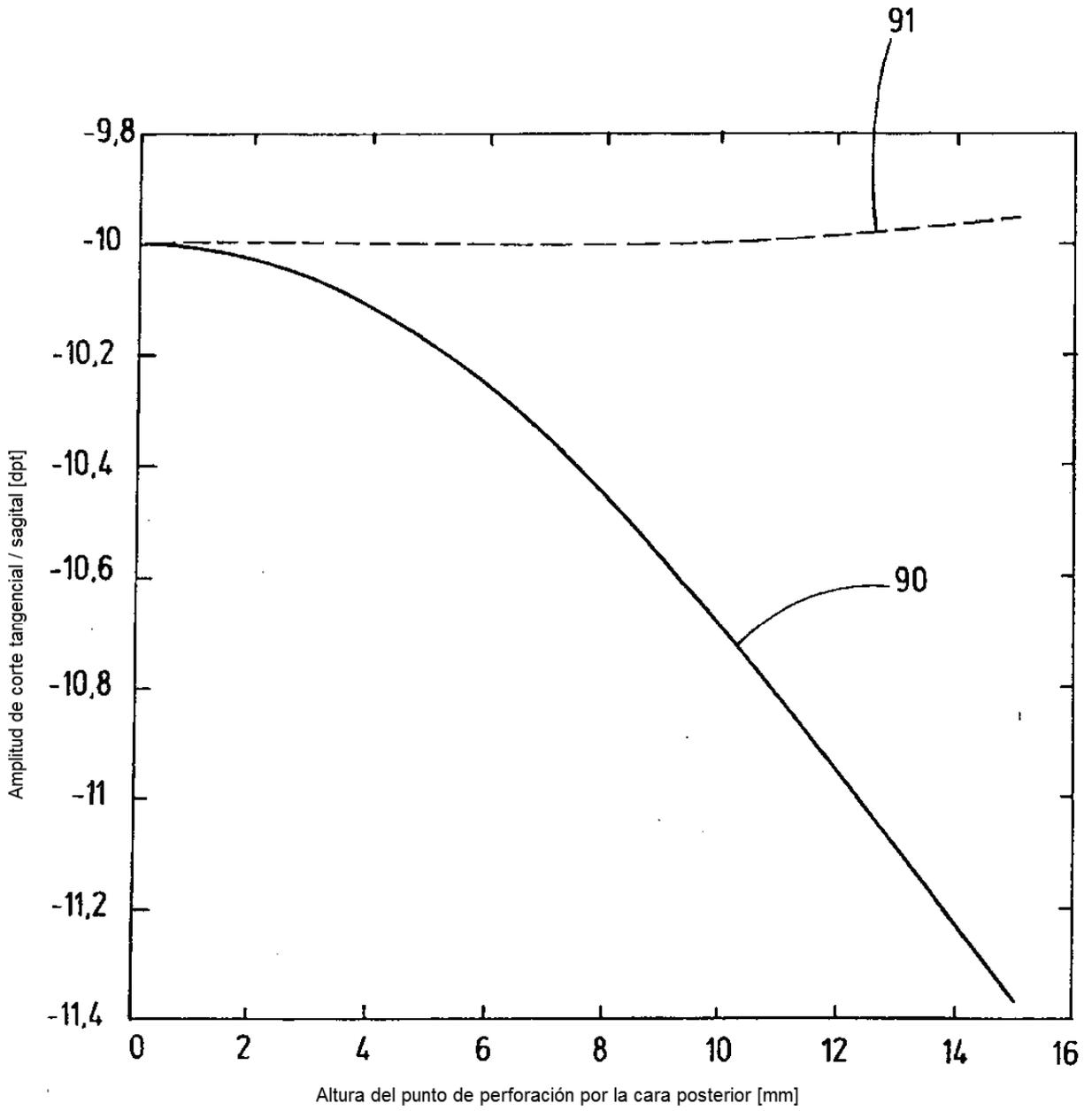


Fig.11f

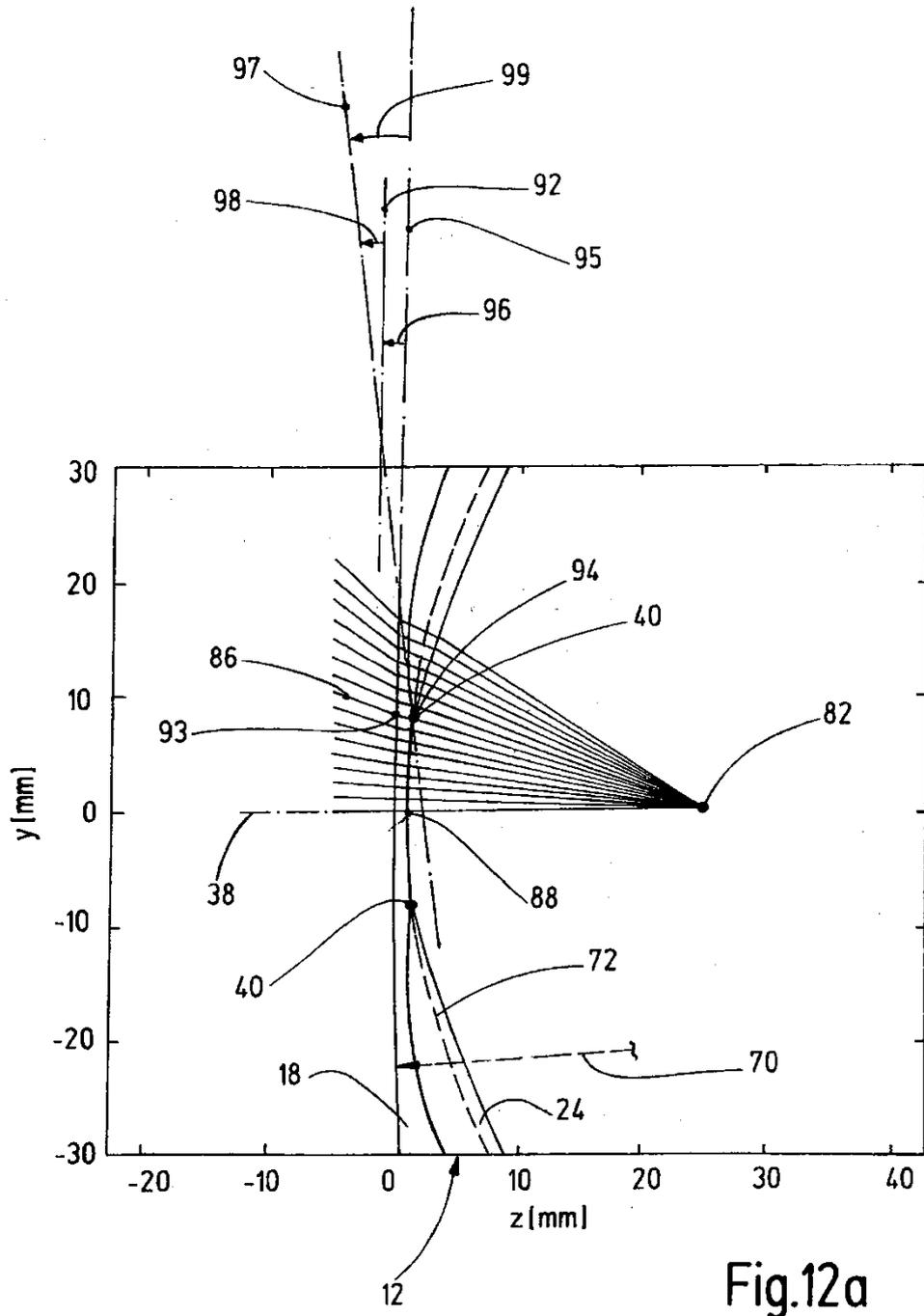


Fig.12a

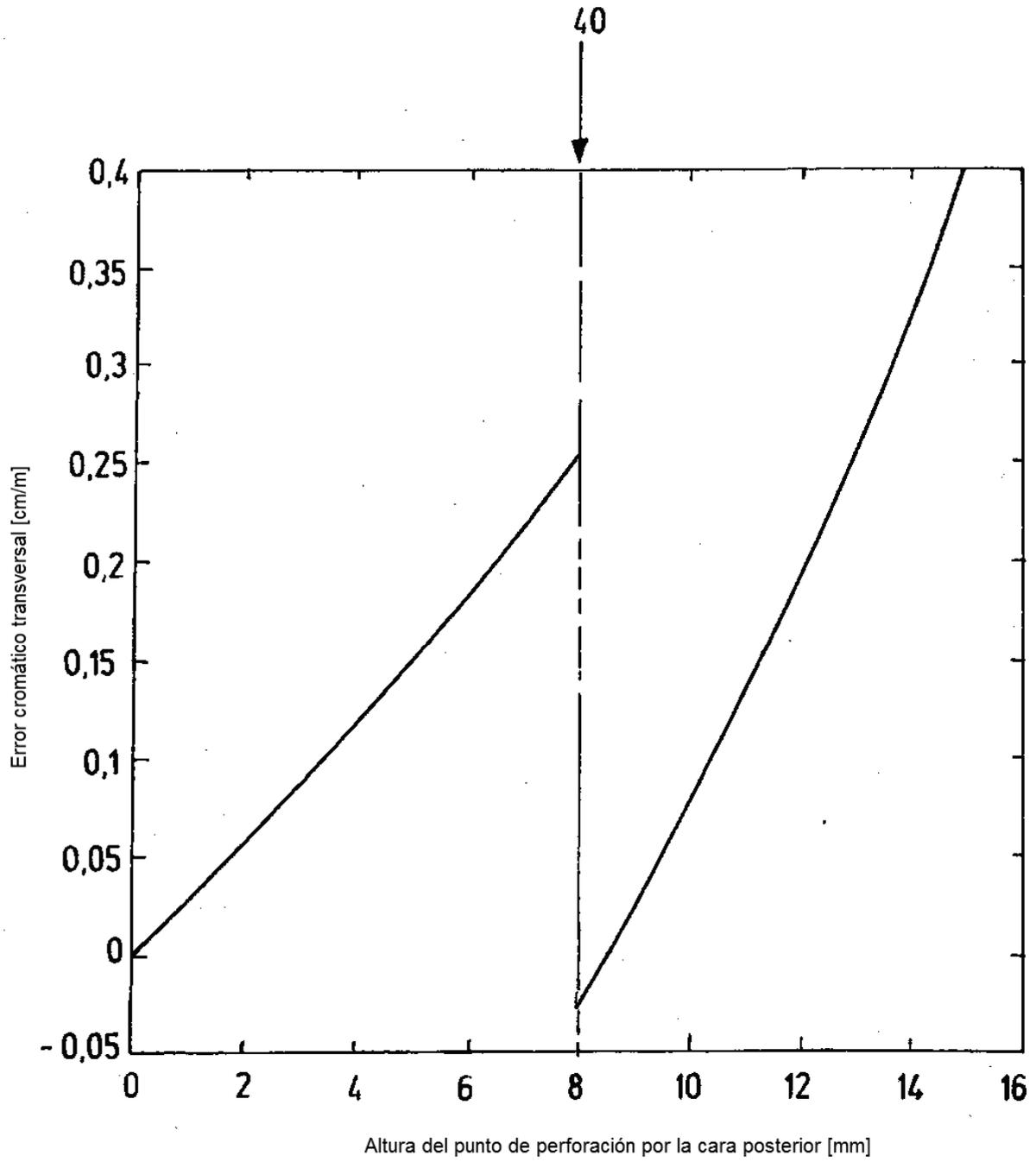


Fig.12b

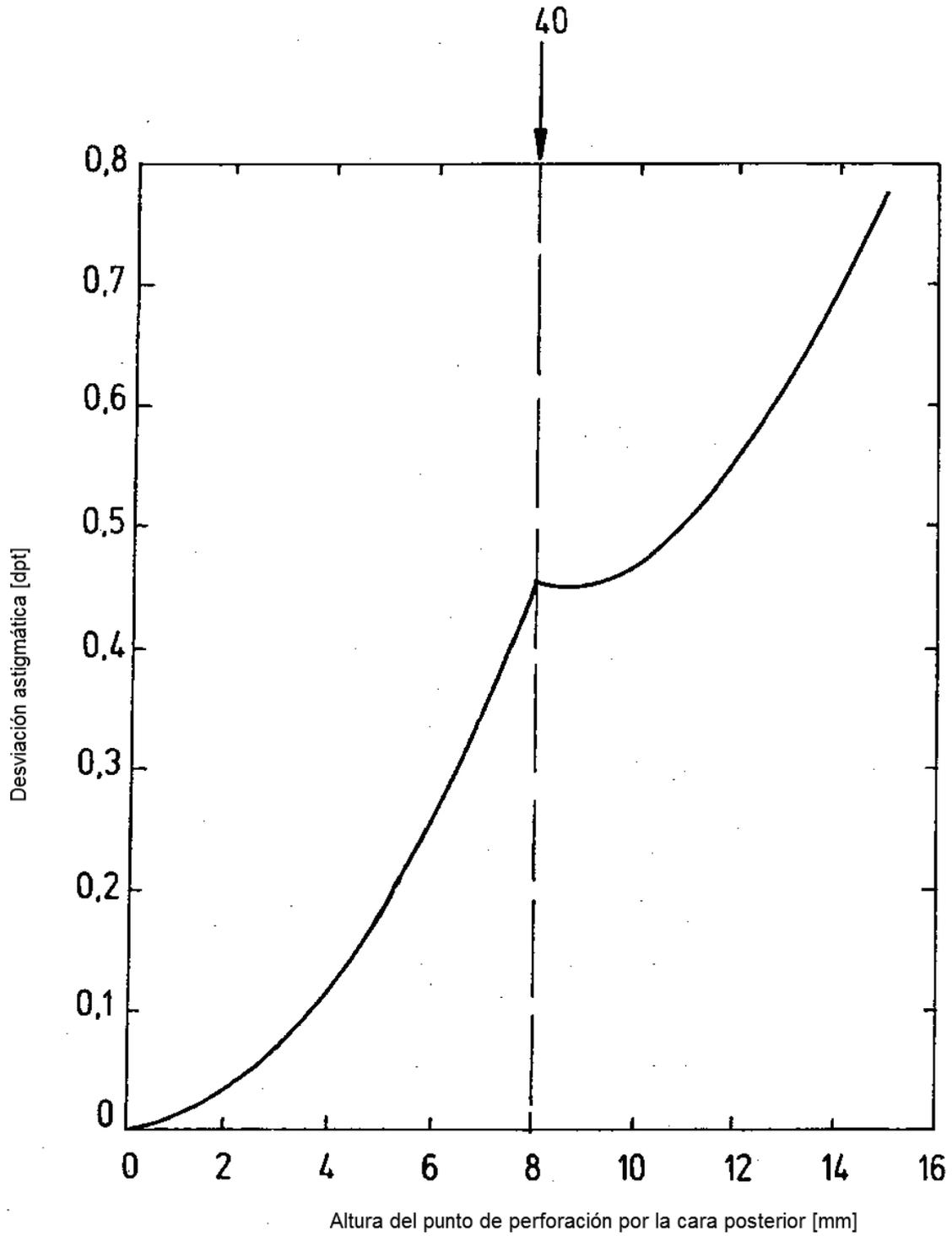


Fig.12c

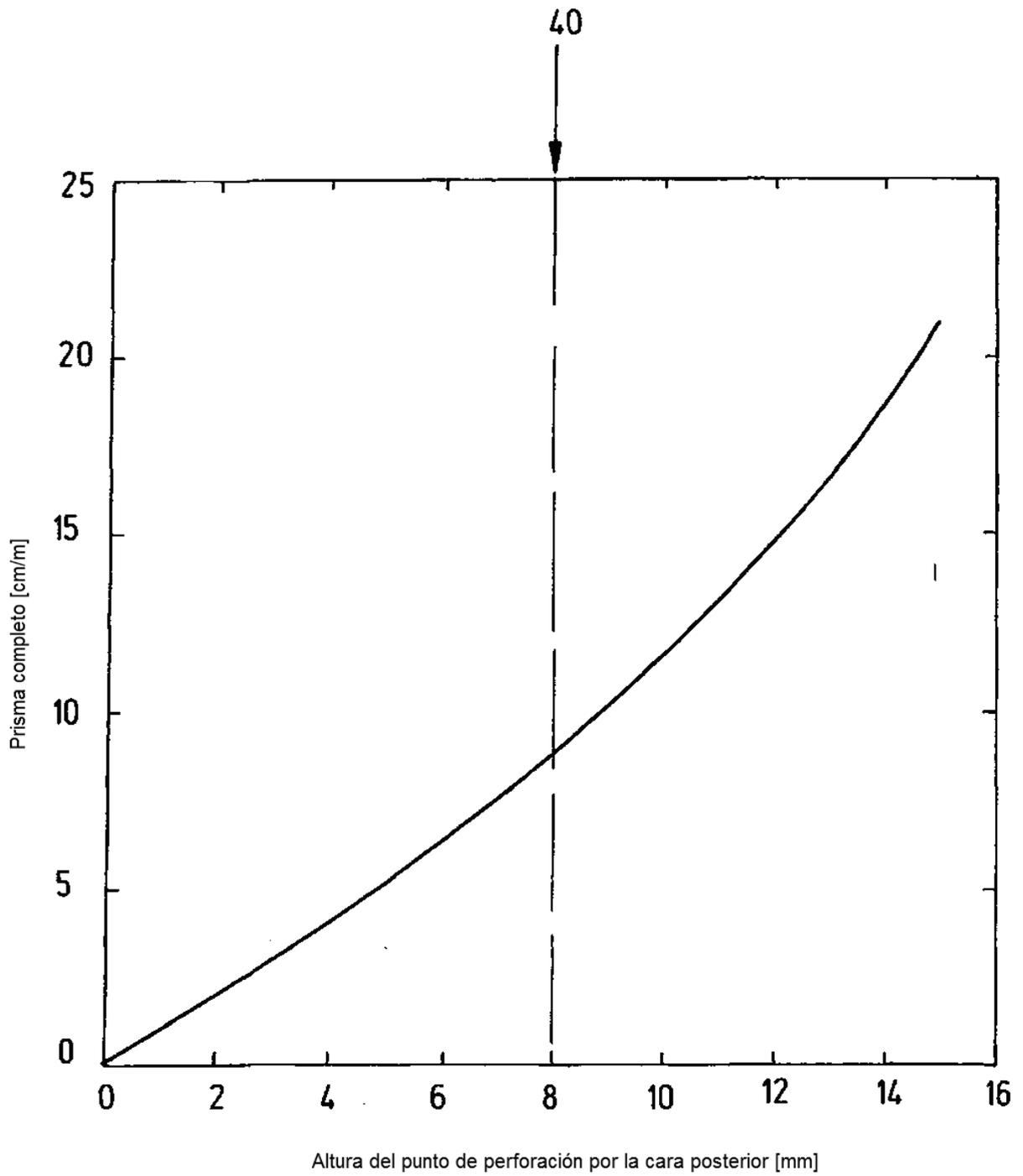


Fig.12d

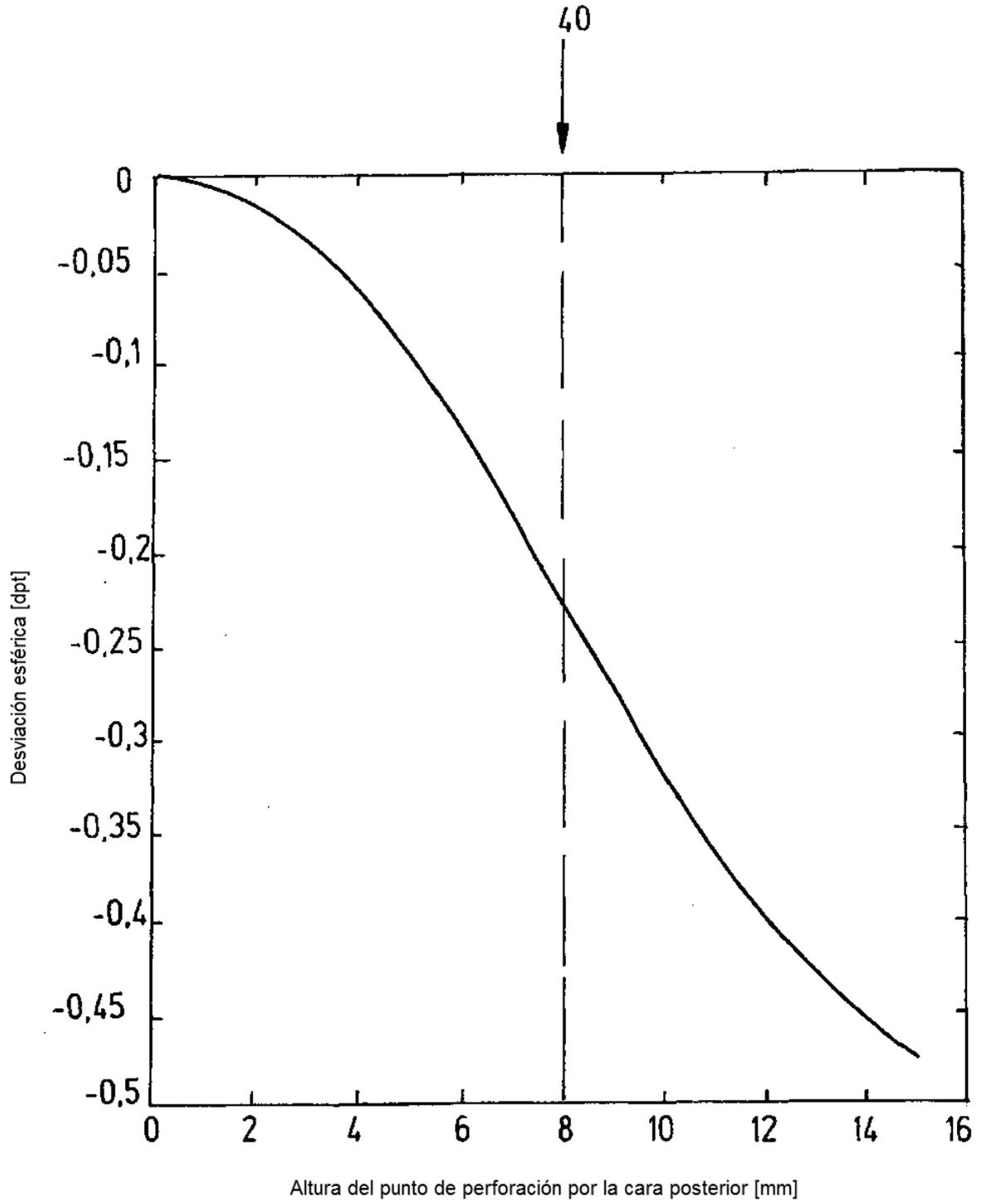


Fig.12e

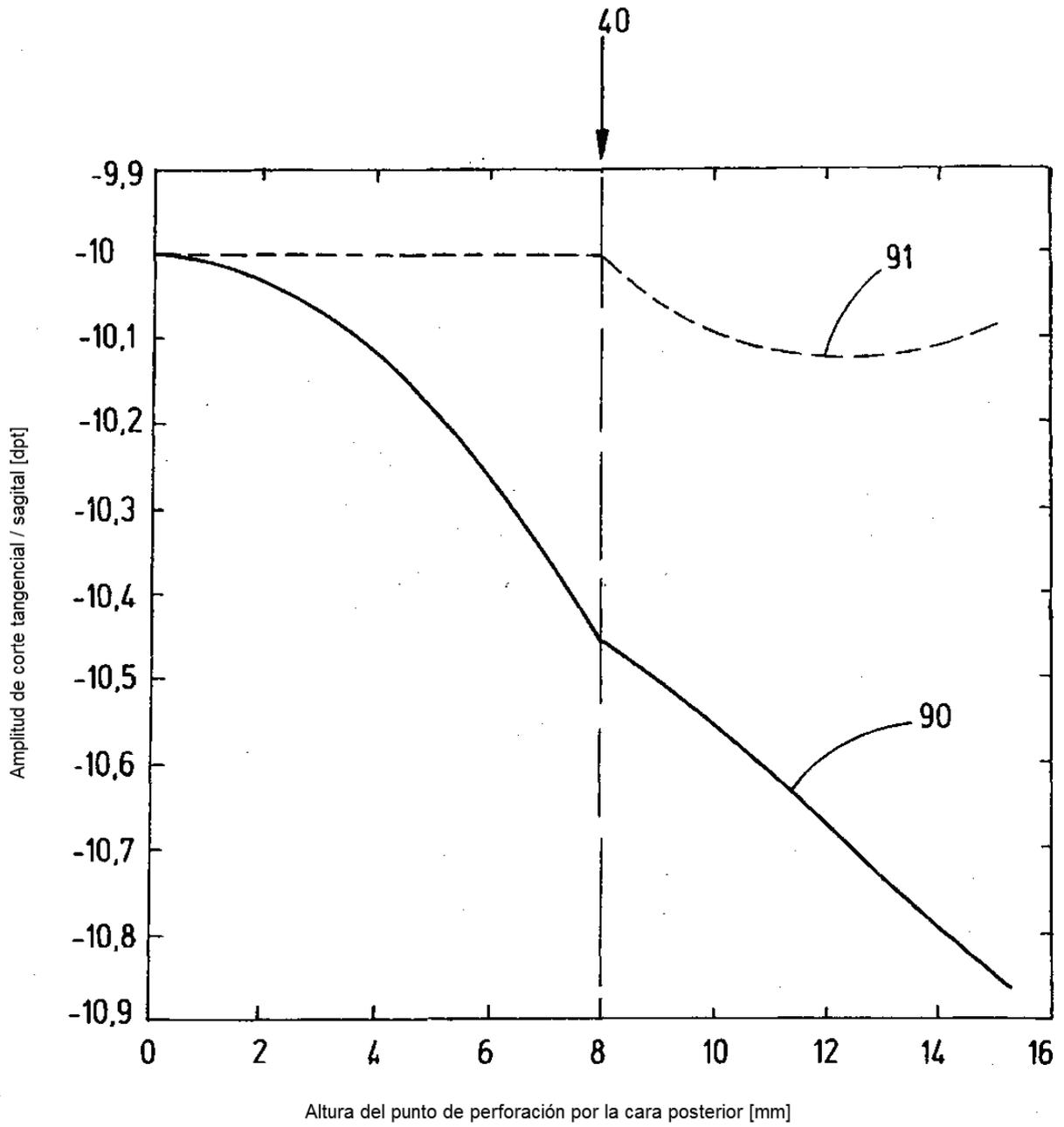


Fig.12f



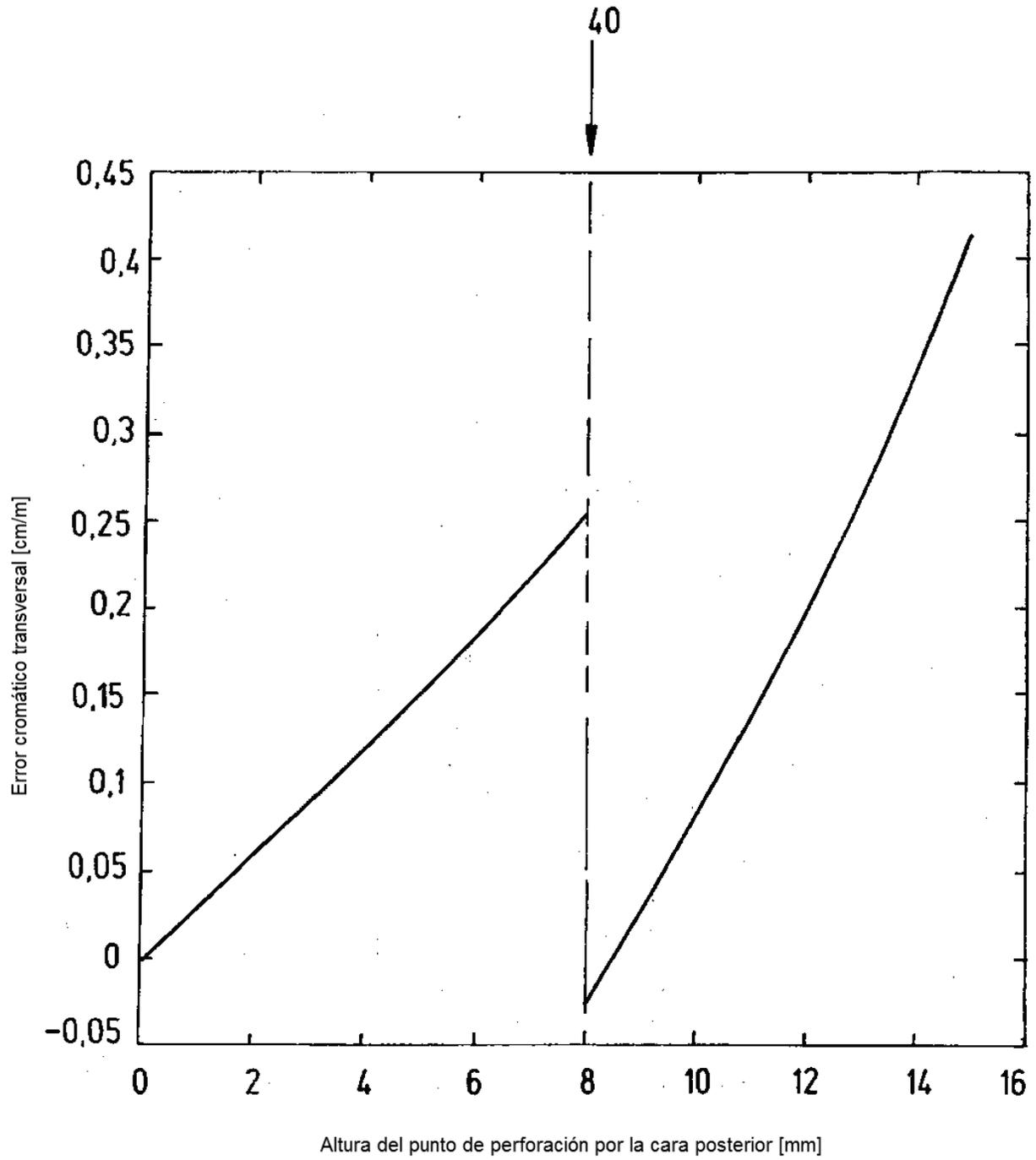


Fig.13b

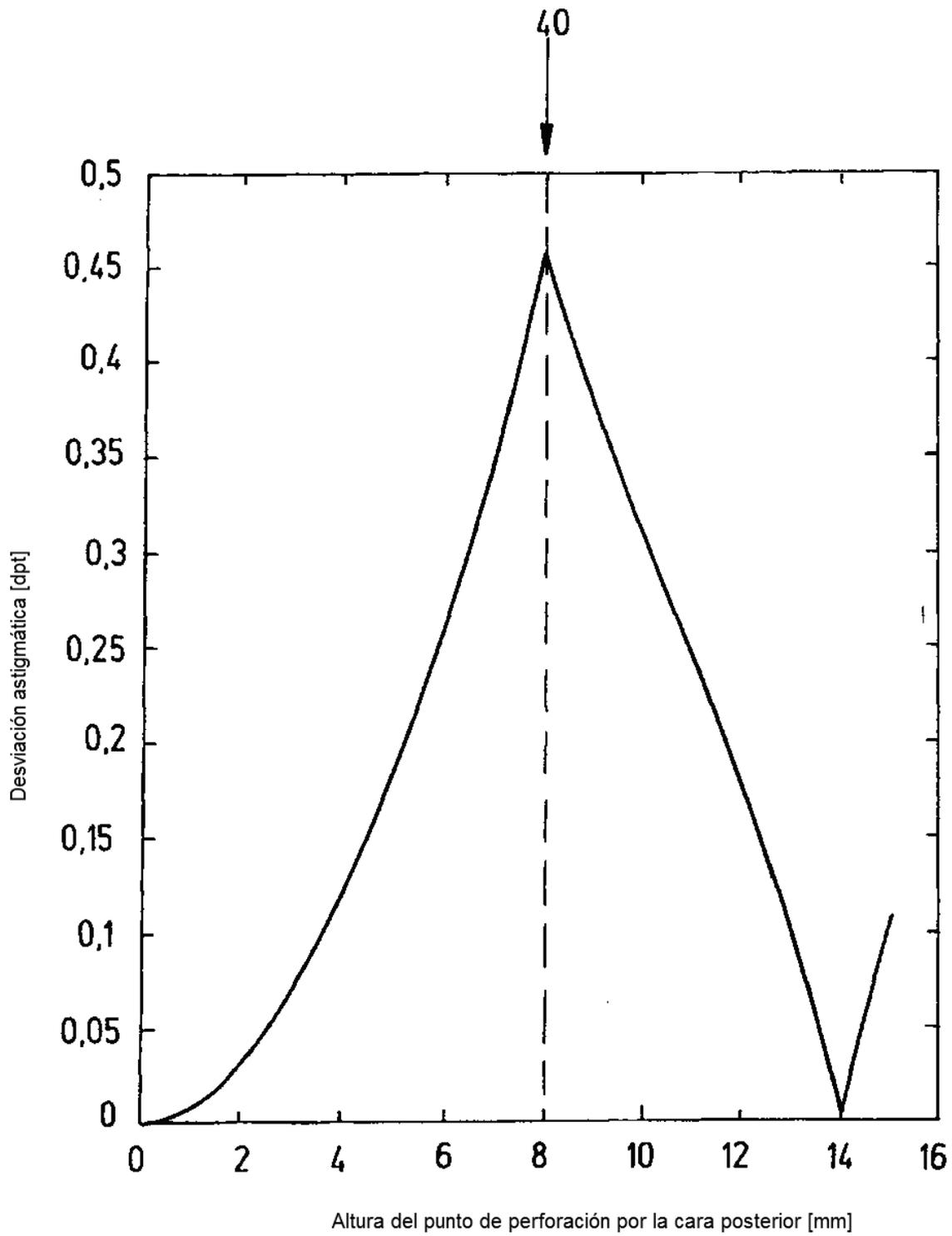


Fig.13c

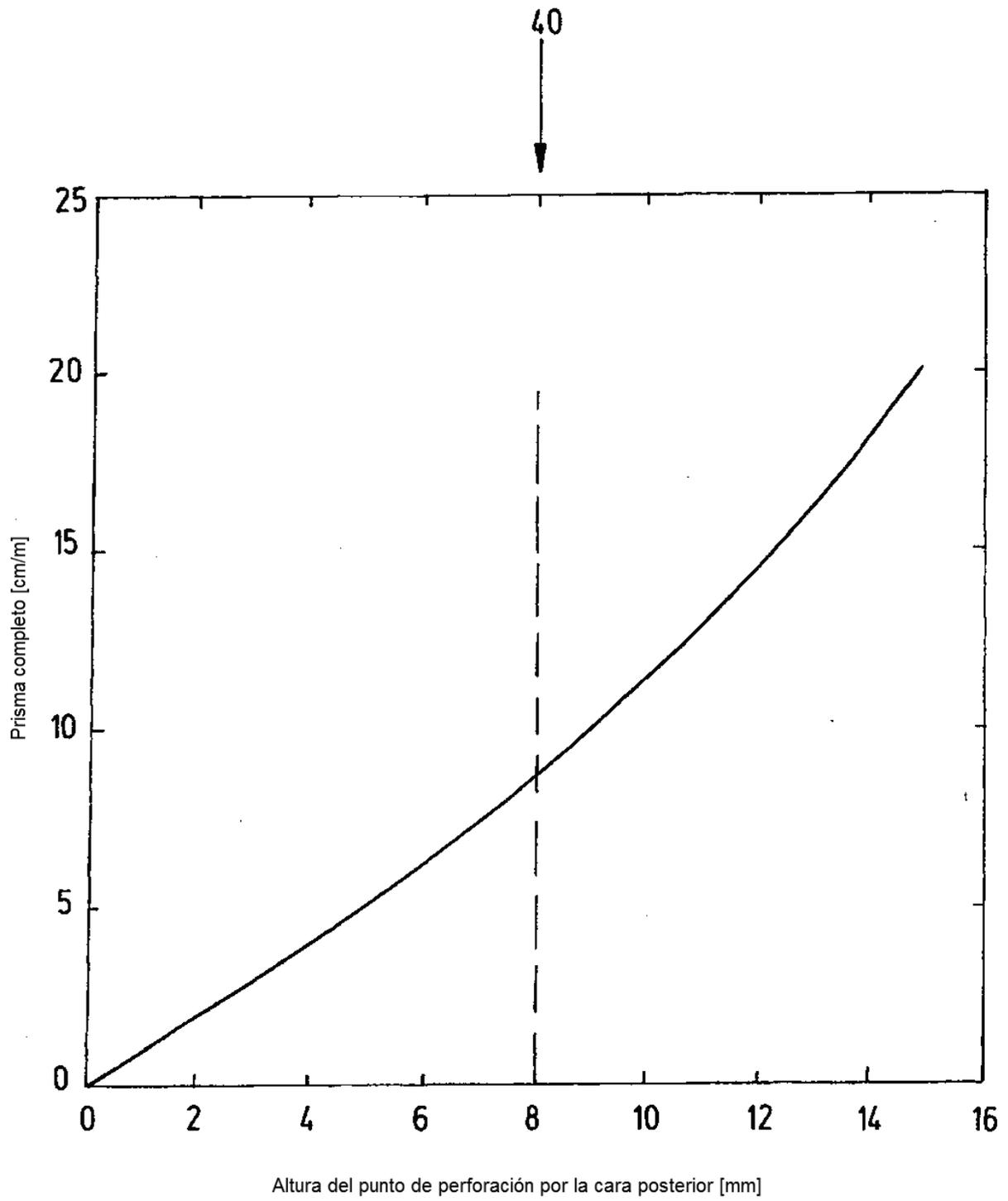


Fig.13d

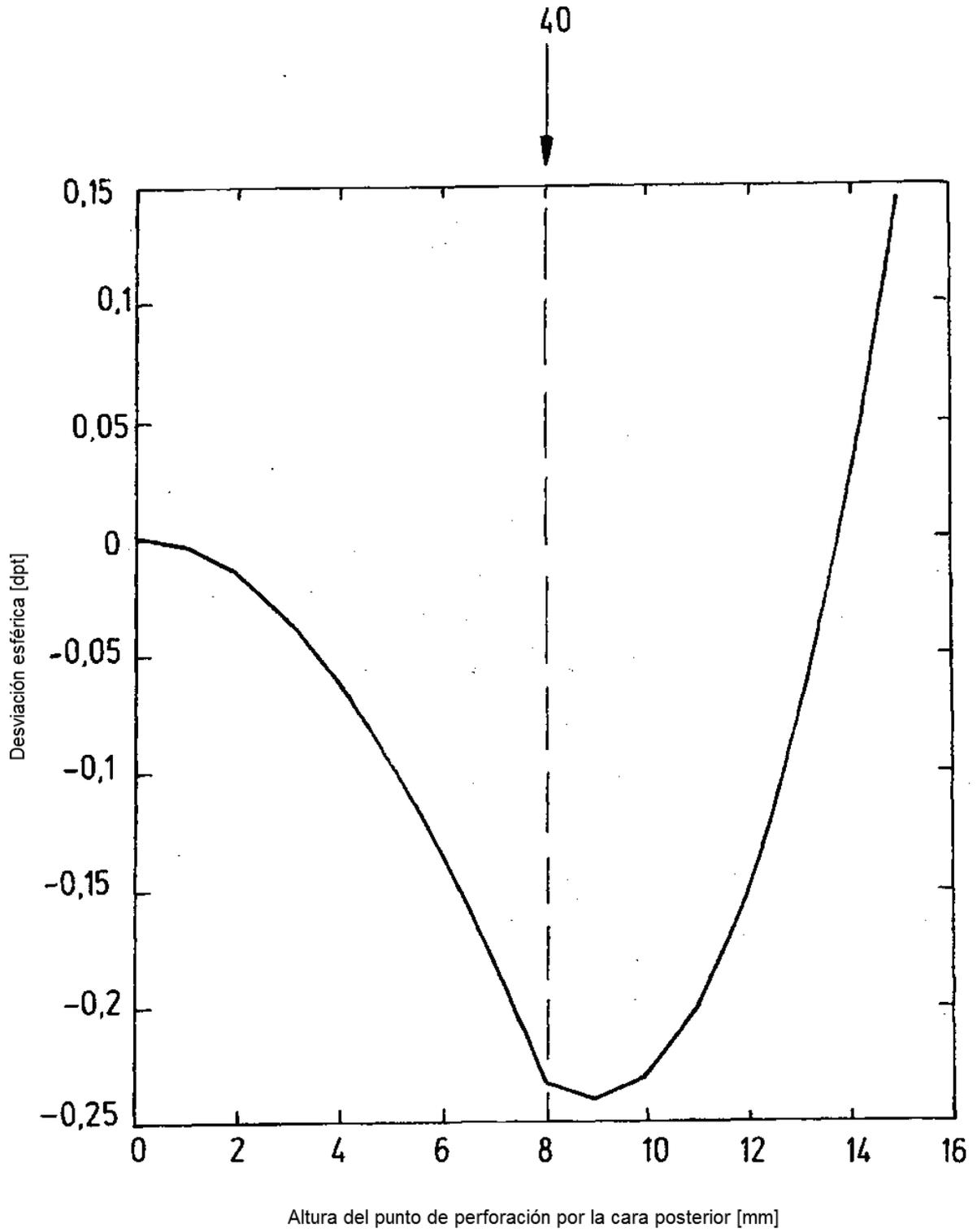


Fig.13e

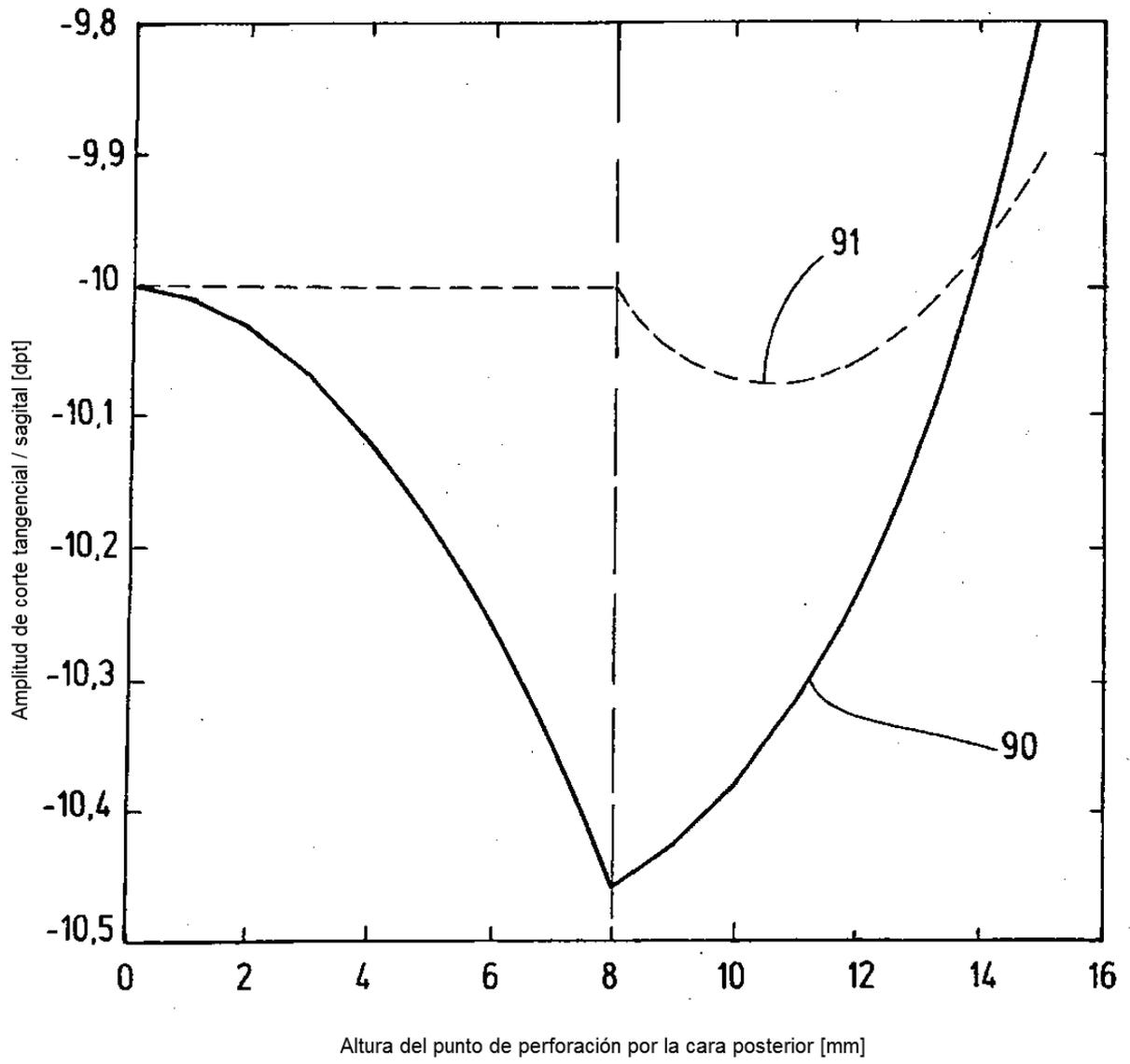


Fig.13f

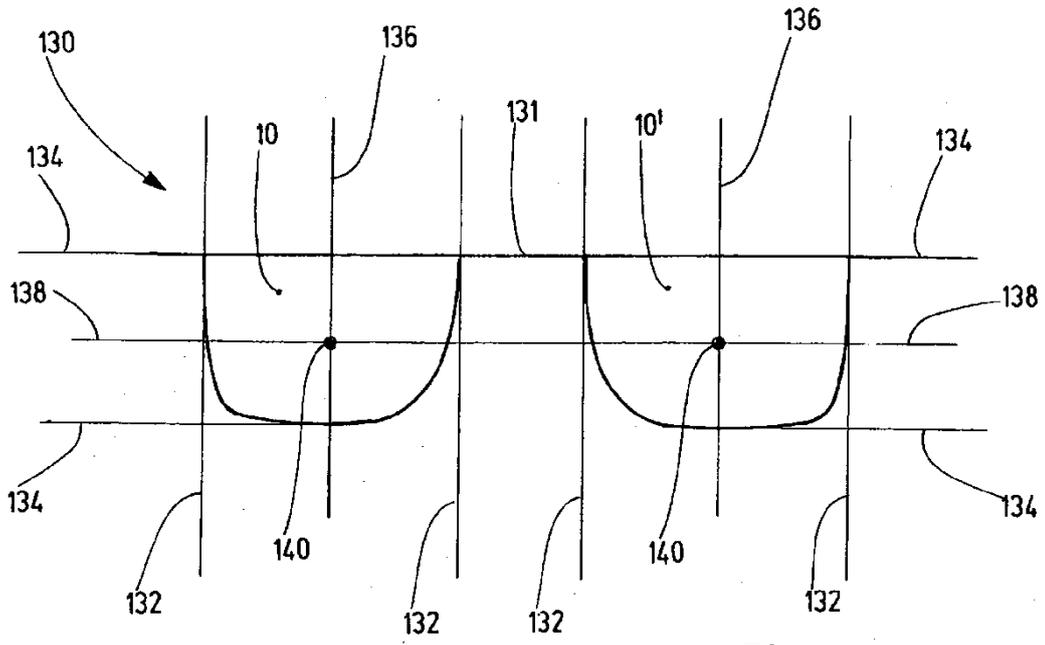


Fig.14a

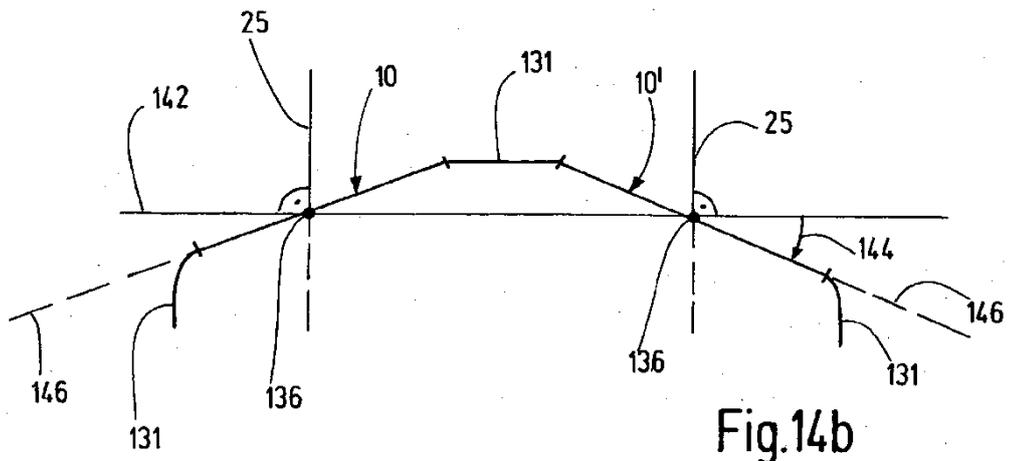


Fig.14b