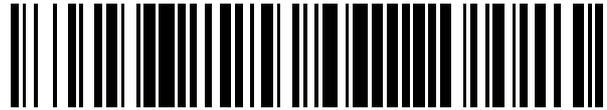


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 817**

51 Int. Cl.:

G02C 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2017 PCT/EP2017/080886**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2018 WO18100012**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2017 E 17804584 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3472661**

54 Título: **Lente progresiva para gafas, método de fabricación de una lente progresiva para gafas y método de diseño de una lente progresiva para gafas**

30 Prioridad:

**01.12.2016 EP 16002581
03.07.2017 EP 17179412**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

VARNAS, SAULIUS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 755 817 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

Lente progresiva para gafas, método de fabricación de una lente progresiva para gafas y método de diseño de una lente progresiva para gafas

5 La presente invención se refiere a una lente progresiva y a una lente progresiva para gafas para el control de la miopía. Además, la invención se refiere a métodos de fabricación e implementados por ordenador para diseñar lentes progresiva para gafas.

10 Para proporcionar una visión enfocada, un ojo debe ser capaz de enfocar luz en la retina. La capacidad de un ojo para enfocar luz en la retina depende en gran medida de la forma del globo ocular. Si un globo ocular es demasiado largo con relación a la distancia focal en el eje visual del ojo, se formará una imagen de un objeto distante delante de la retina, una condición que se llama miopía. Como consecuencia, dicho ojo, que se llama ojo miope, tendrá dificultades para enfocar objetos distantes en la retina.

Por lo general, las gafas con lentes divergentes para agrandar la distancia focal, de modo que la imagen de un objeto distante se forme en la retina, se utilizan para corregir la miopía.

15 En muchos países de Asia oriental, la miopía ha alcanzado proporciones epidémicas con algunos centros urbanos grandes que informan una incidencia próxima al 100% de miopía entre los jóvenes de 18 a 19 años (Jung SK et al., Prevalencia de la miopía y su asociación con la estatura corporal y nivel educativo en reclutas varones de 19 años de edad en Seúl, Corea del Sur, Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012, 53, 5579-5583). Se ha estimado que ha habido alrededor de 2 mil millones de miopes en todo el mundo en 2010 y algunos de los modelos epidemiológicos recientes sugieren que esta cifra aumentará a 5 mil millones en 2050 (Holden BA et al., Prevalencia global de miopía y miopía elevada y Tendencias Temporales desde 2000 hasta 2050, Ophtalmology 2016, en prensa). Además, existe una tendencia creciente a que los jóvenes desarrollen miopía elevada (definida como SER \leq -5,00 D, donde SER significa refracción esférica equivalente), lo que aumenta sustancialmente el riesgo de enfermedades oculares tales como cataratas, glaucoma, desprendimiento de retina y maculopatía miope, todo lo cual puede causar pérdida de visión irreversible (Wong TY et al., Epidemiología y carga de enfermedad de miopía patológica y neovascularización coroidea miope: una revisión sistemática basada en evidencia. Am J Ophthalmol 2014, 157: 9-25.e12). Los modelos epidemiológicos predicen un aumento global de la miopía elevada de alrededor de 300 millones en 2010 a 1 mil millones en 2050 (Holden BA et al., Prevalencia global de miopía y alta miopía y tendencias temporales desde 2000 hasta 2050, Ophtalmology 2016, en prensa). Esto inevitablemente conducirá a un costo muy alto para la sociedad en el tratamiento de la discapacidad visual y la pérdida de productividad.

30 Las lentes bifocales y progresivas se han ensayado clínicamente con el objetivo de reducir el retraso de acomodación durante las tareas de visión de cerca, que se cree que es una de las principales causas de la progresión de la miopía juvenil que generalmente coincide con el comienzo de la escolarización. Algunos de estos ensayos no han mostrado ningún efecto (por ejemplo, Edwards MH et al., El estudio de control de la miopía con lentes progresivas de Hong Kong: diseño del estudio y hallazgos principales, Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002, 43, 2852-2858), mientras que otros han indicado un retraso significativo de la miopía en el primer año con saturación en ensayos a más largo plazo (por ejemplo, Gwiazda J et al., Un ensayo clínico aleatorizado de lentes de adición progresiva frente a lentes de visión única sobre la progresión de la miopía en niños, Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003, 44, 1492-1500, Hasebe S et al., Control de la miopía con lentes de adición progresiva positivamente asferizados: un ensayo aleatorizado, multi-céntrico, controlado de 2 años, Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014, 55, 7177-7188). El problema de saturación puede deberse a algún tipo de adaptación del comportamiento visual para evitar el uso de la potencia de adición o la adaptación del sistema de acomodación a la presencia de la potencia de adición que conduce a la relajación del esfuerzo de acomodación. Es necesario mejorar los diseños PAL (lentes de adición progresiva) para proporcionar una reducción más efectiva del retraso de acomodación y posiblemente ayudar a superar la saturación de su eficacia para controlar la progresión de la miopía.

45 Una lente progresiva para gafas generalmente se forma proporcionando una pieza semiacabada de material preformado para la fabricación de una lente, es decir, una pieza elemental de lente semiacabada. La pieza elemental de lente semiacabada tiene una superficie de lente acabada con una curvatura de superficie específica en la superficie frontal o posterior y con la otra superficie aún no acabada. En la superficie aún no acabada, se forma una superficie de forma libre. En este contexto, el término "superficie de forma libre" significa una superficie que puede construirse mediante el uso de funciones definidas por partes como, por ejemplo, curvas spline y típicamente no muestra simetría puntual o simetría axial. Al formar la superficie de forma libre, la lente progresiva para gafas se proporciona con una zona de visión superior, es decir, una porción que tiene un primer potencia de refracción para visión de lejos, una zona de visión inferior, es decir una porción que tiene un segunda potencia de refracción para visión de cerca, y un corredor, es decir, una porción que proporciona visión clara para intervalos de potencia de refracción entre el primer y el segunda potencia de refracción. Sin embargo, también es concebible que se use un elemento en bruto, es decir, un elemento sin ninguna superficie de lente acabada para formar la lente progresiva para gafas. A lo largo de la presente especificación, el término "pieza elemental de lente" abarcará la pieza elemental de lente semiacabada así como la lente en bruto.

El documento US 8.162.477 B2 describe una lente oftálmica progresiva para gafas para la corrección de la miopía. Esta lente oftálmica progresiva para gafas comprende un área superior en la que la corrección está adaptada para la visión periférica del usuario.

5 El documento EP 2 069 854 B1 describe una lente oftálmica progresiva en la que la potencia de adición media en toda la región periférica es positiva y todas las magnitudes radiales mayores de 20 mm desde el centro geométrico de la lente oftálmica progresiva, están en el intervalo de 0,50 D a 3,00 D.

El documento EP 1 034 453 B1 describe una lente oftálmica progresiva para gafas con una longitud del corredor intermedio de 15 mm o menos.

10 El documento US 8.807.747 B2 describe una lente para gafas de tipo de adición progresiva que se ha diseñado para niños miopes. Para este propósito, se ha construido un ergorama, teniendo en cuenta las condiciones de visión encontradas por los niños en su vida cotidiana. En particular, la lente tiene un aumento de potencia óptica limitado entre dos direcciones oculares de referencia, un comienzo del aumento de potencia óptica que se encuentra bastante baja en la lente y un valor de desplazamiento para una línea meridiana que es más alta que la de las lentes diseñadas para adultos.

15 El documento US 8.833.936 B2 describe una lente progresiva para gafas que incluye una zona de visión superior, una zona de visión inferior, un corredor y una región periférica dispuesta a cada lado de la zona de visión inferior. La zona de visión superior incluye un punto de referencia de distancia y una cruz de ajuste, y proporciona una primera potencia de refracción para la visión de lejos. La zona de visión inferior, que es para visión de cerca, proporciona una potencia adicional en relación con la primera potencia de refracción. El corredor conecta las zonas superior e inferior y proporciona una potencia de refracción que varía desde la de la zona de visión superior hasta la de la zona de visión inferior. Cada región periférica incluye una zona de potencia positiva en relación con la potencia de adición que proporciona en ella una potencia de refracción positiva en relación con la potencia de refracción de la zona de visión inferior. Las zonas de potencia positiva relativa están dispuestas inmediatamente adyacentes a la zona de visión inferior de tal manera que la zona de visión inferior se interpone en las zonas de potencia positiva relativa.

25 La mayoría de las lentes progresivas para gafas convencionales actualmente en el mercado intentan garantizar una zona de visión de cerca bastante amplia con una distribución suave (gradientes suaves) de potencia de adición media en la porción inferior de la lente para gafas minimizando el tamaño y la profundidad de las depresiones periféricas de potencia en ambos lados de la zona de visión de cerca.

30 El documento WO 97/26579 A1 describe un método para definir una superficie de potencia progresiva compuesta mediante una superposición de un diseño blando y uno duro. El documento WO 97/26579 A1 muestra diseños duros y un diseño compuesto con áreas en la zona de visión de lejos, la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha en las que la potencia media no excede de 0,130 D.

35 El documento WO 2011/054058 A1 describe una lente oftálmica progresiva para gafas para corregir la miopía. La lente oftálmica progresiva para gafas incluye zonas periféricas en las que los picos con una potencia de adición media mayor que la potencia de adición en el punto de referencia de cerca se encuentran inmediatamente adyacentes a la porción de cerca de la lente oftálmica progresiva para gafas. Estos picos están separados lateralmente por al menos 20 mm. Además, la potencia de adición media puede caer abruptamente a valores muy bajos e incluso puede resultar negativa.

40 Procedente del documento WO 2011/054058 A1 hay un objetivo de la presente invención para proporcionar una lente progresiva para gafas para el control de la miopía que permita un control más eficaz de la miopía mediante una eliminación o al menos una mayor reducción del retardo de acomodación durante las tareas de visión de cerca. Es un objetivo adicional de la presente invención proporcionar un método ventajoso de fabricar una lente progresiva para gafas y un método ventajoso de diseñar lentes progresivas para gafas.

45 El primer objetivo se logra mediante una lente progresiva para gafas, según las reivindicaciones 1, 21, 22, 28 y 31, el segundo objetivo mediante un método de diseño de una lente progresiva para gafas, según las reivindicaciones 18, y el tercer objetivo se logra mediante un método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas según las reivindicaciones 19, 23, 24, 25, 29 y 32. Las reivindicaciones dependientes contienen desarrollos adicionales de la invención.

50 Antes de pasar a la presente invención, a continuación se dará una explicación de algunas expresiones utilizadas a lo largo de toda la especificación.

Una "superficie toroidal" es una superficie que tiene meridianos principales perpendiculares entre sí de curvatura desigual, cuya sección transversal en ambos meridianos principales es nominalmente circular.

55 El término "lente para gafas" debe incluir todas las formas de cuerpos ópticos refractivos individuales empleados en las técnicas oftálmicas, incluyendo pero sin limitarse a lentes para gafas en una montura de gafas, lentes para gafas adaptadas a una montura de gafas específica o lentes para gafas antes de dotarlas de cristales.

El término "punto de ajuste" designa ese punto en la superficie frontal de una lente o pieza elemental de lente semiacabada estipulado por el fabricante como un punto de referencia para colocar la lente delante del ojo.

El término "línea de visión" se refiere a una línea que une el centro de la fovea con el centro de la pupila de salida del ojo, y su continuación desde el centro de la pupila de entrada hacia el interior del espacio objeto.

- 5 El término "posición primaria" representa la posición del ojo con respecto a la cabeza, mirando hacia delante a un objeto al nivel del ojo.

10 El término "ángulo pantoscópico" se refiere a un ángulo en el plano vertical entre la superficie normal a la superficie frontal de la lente para gafas en su centro en caja, es decir, en la intersección de las líneas centrales horizontal y vertical, y la línea de visión del ojo en la posición primaria, generalmente considerada como horizontal (véase sección 6.18 de DIN EN ISO 13666: 2013-10).

15 El término "ángulo de envolvente o ángulo de la forma de la cara" se refiere al ángulo entre el plano de la parte frontal de las gafas y el plano de la forma de la lente derecha, o de la forma de la lente izquierda (véase sección 17.3 de DIN EN ISO 13666: 2013-10). El ángulo de forma de la cara derecha o izquierda se considera positivo si el lado temporal del plano de la lente derecha o izquierda está más cerca de la cabeza que el plano de la parte frontal de las gafas. Los ángulos de forma de la cara derecha e izquierda pueden diferir, pero en la práctica, el ángulo de forma de la cara a menudo se mide y especifica como el promedio de los ángulos de forma de la cara derecha e izquierda.

20 El término "posición de uso" se refiere a la posición y orientación de las gafas con respecto a los ojos y la cara durante el uso e incluye al menos valores para la distancia entre el centro de rotación del ojo y el punto del vértice posterior de la lente, el ángulo de envolvente y el ángulo pantoscópico. En la presente invención, una posición de uso está dada por una combinación de un valor específico para la distancia entre el centro de rotación del ojo y el punto del vértice posterior de la lente, un valor específico para el ángulo de envolvente y un valor específico para el ángulo pantoscópico, donde el valor específico para la distancia entre el centro de rotación del ojo y el punto del vértice posterior de la lente puede ser un valor tomado del intervalo entre 20 mm y 30 mm, el valor específico para el ángulo de envolvente puede ser un valor tomado del intervalo entre -5 grados y +15 grados y el valor específico para el ángulo pantoscópico puede ser un valor tomado del intervalo entre -20 grados y +30 grados.

25 Según un primer aspecto de la presente invención, una lente progresiva para gafas de la invención, que puede adaptarse individualmente a una posición específica de uso para un usuario, incluye una zona de visión superior, una zona de visión inferior, un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, y zonas periféricas izquierda y derecha. La zona periférica izquierda y la zona periférica derecha están separadas por la zona de visión inferior y el corredor. La posición de uso específica puede ser o bien una posición de uso individual, es decir, una posición de uso obtenida para un usuario individual o bien una posición de uso por defecto, que es una posición de uso promedio para una población específica de usuarios. Las posiciones de uso por defecto pueden variar en diferentes mercados, por ejemplo, los valores por defecto del ángulo pantoscópico y del ángulo de envolvente pueden ser diferentes en Asia que en Europa, debido a las diferencias en las características físicas de las caras Asiática y Caucásiana.

30 La zona de visión superior incluye un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos, llamada potencia de refracción de lejos en lo que sigue, y la zona de visión inferior comprende un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca. La segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, llamada potencia de refracción de cerca en lo que sigue, representa una potencia de adición con relación a la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media (o potencia de refracción de lejos), es decir, la diferencia entre la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, y la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, es la potencia de adición. En el corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, la potencia de refracción cambia gradualmente en la posición específica de uso desde la potencia de refracción de lejos a la potencia de refracción de cerca, es decir, la potencia de adición cambia desde 0 a la potencia de adición que proporciona la potencia de refracción de cerca.

35 Según la invención, las zonas de potencia media baja están presentes en la zona de visión superior, la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha. La distancia, preferiblemente la distancia horizontal, entre la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha es preferiblemente inferior a 25 mm, y en algunas realizaciones de la invención preferiblemente inferior a 20 mm. La distancia entre la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha es la distancia mínima entre un contorno de 0,125 en la zona periférica izquierda y un contorno de 0,125 en la zona periférica derecha, es decir, la longitud de la línea recta más corta que se puede dibujar entre el contorno de 0,125 D en la zona periférica izquierda y el contorno de 0,125 D en la zona periférica derecha. La distancia horizontal entre la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha es la distancia horizontal mínima entre un contorno de 0,125 en la zona periférica izquierda y un contorno de 0,125 en la zona periférica derecha, es decir la longitud de la línea horizontal recta más corta que se puede

dibujar entre el contorno de 0,125 D en la zona periférica izquierda y el contorno de 0,125 D en la zona periférica derecha. La dirección horizontal se puede determinar sobre la base de los grabados presentes en una superficie o en el volumen de una lente progresiva para gafas. En dichas zonas de baja potencia, la potencia de refracción media no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, más 0,125 D.

5 Además, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40%, preferiblemente al menos el 45%, de la lente oftálmica para gafas. Si la lente oftálmica para gafas es una lente oftálmica para gafas redonda antes de mirar que tiene un diámetro de al menos 40 mm, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% de un área de la lente para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente para gafas. En el contexto de la presente memoria descriptiva, la expresión "área de la lente para gafas" se refiere a un área en una de las superficies delantera y trasera de la lente para gafas.

10

Preferiblemente, las zonas de potencia media baja en la zona periférica izquierda y en la zona periférica derecha ocupan al menos el 10%, ventajosamente al menos el 15%, incluso más ventajosamente al menos el 25%, del área de la lente para gafas. Preferiblemente, la potencia de refracción media experimentada por un usuario en la zona periférica izquierda y en la zona periférica derecha siempre está por debajo de la segunda potencia de refracción, en particular de la segunda potencia de refracción media.

15

La potencia de adición proporcionada por la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, en relación con la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, de la lente para gafas de la invención puede estar en el intervalo de 1,0 D a 3,0 D y, en particular, en el intervalo de 1,5 D a 2,5 D.

20

Una lente oftálmica progresiva para gafas según una realización de la presente invención incluye una superficie frontal (es decir, la superficie más alejada del ojo) y una superficie posterior (es decir, la superficie más cercana al ojo). Las superficies frontal y/o posterior pueden estar conformadas para proporcionar contornos adecuados de potencia de refracción y astigmatismo para la zona de visión superior, la zona de visión inferior y el corredor.

25

La superficie frontal y la superficie posterior de la lente pueden tener cualquier forma adecuada. En una realización, la superficie frontal es una superficie de forma libre y la superficie posterior es esférica o tórica. En otra realización, la superficie frontal es una superficie esférica o tórica y la superficie posterior es una superficie de forma libre.

30

En otra realización más, ambas superficies frontal y posterior son superficies de forma libre. Se apreciará que una superficie de forma libre puede incluir, por ejemplo, una superficie no tórica, una superficie progresiva o combinaciones de las mismas.

35

Esta invención resuelve los problemas mencionados en los antecedentes de la invención modificando el tamaño de la potencia estable en la zona de adición y manipulando los gradientes de potencia laterales periféricos de esta zona. Se presume que estos cambios en la lente progresiva para gafas estimularán un esfuerzo de acomodación adicional e inhibirán su relajación con el tiempo porque la presencia de la potencia positiva en la zona de visión inferior será menos obvia para el usuario debido al área espacial más pequeña cubierta por la potencia positiva. Además, los gradientes de potencia negativos en ambos lados de la zona de visión de cerca deberían ayudar a aumentar el esfuerzo de acomodación, si estas señales periféricas de acomodación son lo suficientemente fuertes (Charman WN y Radhakrishnan H, Refracción periférica y el desarrollo de un error de refracción: una revisión, *Ophthalmic Physiol Opt* 2010, 30, 321-338).

40

Basándose en la hipótesis descrita anteriormente, la lente oftálmica progresiva para gafas de la invención se ha desarrollado para proporcionar un nuevo y efectivo control de la miopía. El efecto ideal de esta lente progresiva sería que la lente no altere la respuesta de acomodación de un niño en relación con la respuesta habitual que el ojo exhibe con una lente de visión única (prescripción de lejos) durante las tareas de visión de cerca, sino que cree una imagen delante de la fovea o en ella, o al menos que minimice el retardo de acomodación en la fovea. Por el contrario, en lentes de adición progresiva (PAL) estándar, el usuario generalmente ve un área grande de potencia plus en la parte inferior de la lente, lo que puede conducir al ajuste (una disminución) de la respuesta de acomodación.

45

Con la lente progresiva para gafas de la invención, la zona de visión de cerca de la lente de adición progresiva (PAL) de control de miopía correspondiente puede hacerse más estrecha de lo habitual y puede rodearse lateralmente con una potencia media relativamente baja similar a la potencia de lejos de la lente. Por lo tanto, la zona de visión de cerca se puede hacer lo más estrecha posible, mientras que las depresiones periféricas de potencia en ambos lados de la zona de visión de cerca se pueden hacer lo más amplias posible. Esto significa que hay gradientes relativamente pronunciados a izquierda y derecha en la zona de visión de cerca. En contraste con esto, las PAL convencionales actualmente en el mercado intentan asegurar una zona de visión de cerca muy amplia con una distribución uniforme (gradientes suaves) de potencia media añadida en la parte inferior de la lente minimizando el tamaño y profundidad de las depresiones de potencia periféricas a ambos lados de la zona de visión de cerca.

50

55

En la lente progresiva para gafas de la invención, las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha se extienden ventajosamente a una ubicación por debajo de una línea horizontal que atraviesa el punto de referencia cercano para rodear suficientemente la zona de visión inferior a la izquierda y a la derecha. Como se

5 mencionó anteriormente, la dirección horizontal se puede determinar sobre la base de los grabados presentes en una superficie de una lente progresiva para gafas. En particular, son ventajosas las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha que se extienden al menos a líneas horizontales ubicadas 5 mm por encima y por debajo de una línea horizontal que atraviesa el punto de referencia cercano de la lente para gafas. Por esta medida, la mayor parte de la zona de visión inferior está rodeada lateralmente por dichas zonas de baja potencia.

En la presente invención, la zona de potencia media baja en la zona de visión superior puede cubrir toda el área de la lente para gafas (dentro de dicho círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente para gafas) que se encuentra por encima de una línea horizontal que atraviesa el punto de referencia de lejos.

10 En algunas realizaciones de la invención, por ejemplo, en una realización en la que la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición de hasta 1,5 D (dioptrías) o menos a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, la zona de potencia media baja en la zona de visión superior, la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha pueden formar una zona contigua de baja potencia. Esta medida proporciona una zona de baja potencia particularmente grande. En particular, dicha zona de potencia media baja grande puede ocupar al menos el 50% y preferiblemente al menos el 60% de dicha área de la lente para gafas dentro del círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente para gafas.

15 En una realización de la lente progresiva para gafas, la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición en el intervalo de 1,5 D y hasta 2,0 D. En esta realización, las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha están separadas de la zona de potencia media baja en la zona de visión superior. Las áreas en las que la potencia de adición media es más de 0,125 D por encima de la potencia de lejos pero no alcanza 0,5 D por encima de la potencia de lejos, conectan la zona de potencia media baja en la zona de visión superior con cada una de las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha. En esta realización, la zona de potencia media baja puede ocupar al menos el 45% de dicha área de la lente para gafas dentro del círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente para gafas.

20 En otra realización de la lente progresiva para gafas, la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición en el intervalo de 2,0 D y hasta 2,5 D y las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha están separadas de la zona de potencia media baja en la zona de visión superior. Un área en la que la adición media es más de 0,125 D por encima de la potencia de lejos pero no alcanza 0,5 D por encima de la potencia de lejos conecta la zona de potencia media baja en la zona de visión superior con al menos una de las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha. En esta realización, la zona de potencia media baja puede ocupar al menos el 45% de dicha área de la lente para gafas, en particular de dentro del círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente para gafas si la lente para gafas es una lente para gafas redonda con un diámetro de al menos 40 mm.

25 Preferentemente, el astigmatismo superficial de la lente progresiva para gafas, en particular dentro del círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente para gafas si la lente para gafas es una lente para gafas redonda con un diámetro de al menos 40 mm, no excede de 5,5 D para mantener las aberraciones en la zona periférica lo más bajas posible. Si la potencia de adición está en el intervalo de más de 1,5 D y de hasta 2,0 D, el astigmatismo superficial, en particular dentro del círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente para gafas si la lente para gafas es una lente para gafas redonda con un diámetro de al menos 40 mm, preferiblemente no excede de 4,5 D, y si la potencia de adición es 1,5 D o menos, el astigmatismo superficial dentro del diámetro de 40 mm preferiblemente no excede 3,5 D.

El método inventivo para fabricar una lente progresiva para gafas, que se adapta a un usuario específico con una posición específica de uso, comprende las etapas de:

- obtener o proporcionar la posición específica de uso para el usuario,
- 45 – obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,
- proporcionar una pieza elemental de lente,
- basándose en la posición específica de uso para el usuario, la potencia para la visión de lejos y la potencia para la visión de cerca, formar al menos una superficie de forma libre sobre la superficie frontal y/o sobre la superficie posterior de la pieza elemental de lente que define una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia media de refracción, una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia media de refracción, un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior, donde la superficie de forma libre se forma de manera que las zonas de potencia media baja estén presentes en la zona de visión superior y en al menos una de la

5 zona periférica izquierda y la zona periférica derecha donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede la primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja, y donde al menos dicha superficie de forma libre se forma de tal manera que las zonas de potencia media baja ocupan en al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas. Preferiblemente, la potencia de refracción media experimentada por un usuario en la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha siempre está por debajo de la segunda potencia de refracción, en particular de la segunda potencia de refracción media. La lente para gafas que es fabricada por el método de la invención puede ser una lente para gafas redonda antes de dotarla de cristal que tiene un diámetro de al menos 40 mm. En este caso, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% de un área que se encuentra dentro del diámetro de 40 mm. En particular, 10 la zona de potencia media baja en la zona de visión superior puede cubrir toda el área de la lente para gafas dentro de dicho diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente para gafas que se encuentra por encima de una línea horizontal que atraviesa el punto de referencia de lejos. La formación de al menos una superficie de forma libre en la superficie frontal y/o la superficie posterior de la pieza elemental de la lente puede incluir un proceso de optimización en el que se optimiza la forma de la superficie de forma libre de una pieza elemental de lente. El proceso de optimización se basa en un diseño de lente objetivo que define las propiedades de superficie y/o las propiedades ópticas que se han de conseguir con la superficie de forma libre optimizada. En el proceso de optimización, la superficie de forma libre se optimiza minimizando la diferencia entre las propiedades de superficie y/o las propiedades ópticas logradas con la superficie de forma libre y las propiedades de superficie y/o las propiedades ópticas definidas por el diseño de la lente objetivo. El diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la superficie de forma libre resultante del proceso de optimización tenga una forma que dé como resultado que las zonas de potencia media baja ocupen al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas.

Un método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas que se adapta a un usuario específico con un uso específico, que comprende las etapas de:

- obtener o proporcionar la posición específica de uso para el usuario,
- 25 – obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,
- basándose en la posición específica de uso para el usuario, la potencia de refracción para la visión de lejos y la potencia de refracción para la visión de cerca, proporcionar un diseño de la lente objetivo que define las propiedades ópticas que se han de conseguir mediante la lente progresiva para gafas, y
- 30 – optimizar una superficie de forma libre que se ha de formar en una pieza elemental de lente, para minimizar la diferencia entre las propiedades ópticas logradas con la superficie de forma libre y las propiedades ópticas definidas por el diseño de lente objetivo.

El diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la optimización proporcione al menos una superficie de forma libre optimizada para una superficie frontal y/o una superficie posterior de una pieza elemental de lente, cuya superficie de forma libre optimizada define al menos una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de desgaste una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior. Además, la superficie optimizada de forma libre está formada de tal manera que las zonas de potencia media baja están presentes en la zona de visión superior y al menos una de la zona periférica izquierda y de la zona periférica derecha donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja. Además, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas de potencia media baja ocupen al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas.

En particular, el diseño de la lente objetivo puede elegirse de modo que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, la distancia entre la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha no es mayor de 25 mm y, en algunas realizaciones, no es mayor de 20 mm.

Además, el diseño de la lente objetivo se puede elegir de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, la zona de potencia media baja en la zona de visión superior, la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha forman una zona contigua de baja potencia.

55 En particular, el diseño de la lente objetivo se puede elegir de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, la potencia de adición proporcionada por la segunda potencia de refracción, en

particular la segunda potencia de refracción media, en relación con la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, se encuentra en el intervalo de 1,0 D a 3,0 D.

5 El diseño de la lente objetivo se puede elegir de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha se extiendan a una ubicación por debajo de una línea horizontal que atraviesa el punto de referencia de cerca. En particular, el diseño de la lente objetivo se puede elegir de modo que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha se extiendan al menos a líneas horizontales ubicadas a 5 mm por encima y por debajo de un línea horizontal que atraviesa el punto de referencia de cerca.

10 En una primera variante del método descrito de diseño de una lente progresiva para gafas, el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización de la zona de potencia media baja en la zona de visión superior, la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha forman una zona contigua de baja potencia. En este caso, la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, puede representar una potencia de adición de 1,5 D o menos a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media. Además, el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, la zona de baja potencia ocupa al menos el 50% de dicha área de la lente para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente para gafas.

20 En una segunda variante del método inventivo para diseñar una lente progresiva para gafas, el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición de más de 1,5 D y de hasta 2,0 D a la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, y las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha están separadas de la zona de potencia media baja en la zona de visión superior, donde las áreas en las cuales la potencia de refracción media es mayor que la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, más 0,125 D pero no excede la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, más 0,5 D conectan la zona de potencia media baja en la zona de visión superior con cada una de las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha.

30 En una tercera variante del método inventivo para diseñar una lente progresiva para gafas, el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición de más de 2,0 D y de hasta 2,5 D a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, y las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha están separadas de la zona de potencia media baja en la zona de visión superior, donde un área en la cual la potencia de refracción media es mayor que la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, más 0,125 D pero no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, más 0,5 D conecta la zona de potencia media baja en la zona de visión superior con al menos una de las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha.

40 El diseño de la lente objetivo puede elegirse de tal manera que en al menos dicha superficie de forma libre proporcionada por la optimización, el astigmatismo superficial dentro del diámetro de 40 mm de la lente no exceda de 5,5 D.

El método implementado por ordenador puede además comprender las etapas de proporcionar una pieza elemental de lente y formar una lente progresiva para gafas con la superficie de forma libre optimizada fuera de la pieza elemental de lente.

45 El método inventivo permite diseñar y fabricar una lente progresiva para gafas de la invención, con las ventajas mencionadas anteriormente con respecto a la lente progresiva para gafas de la invención. Por lo tanto, con respecto a las ventajas del método inventivo, se hace referencia a las ventajas mencionadas con respecto a la lente progresiva para gafas de la invención.

50 Además, la invención proporciona otro método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas, que está adaptada a un usuario con una posición específica de uso, teniendo dicha lente para gafas una superficie frontal y una superficie posterior. Este método comprende las etapas de:

- obtener o proporcionar la posición específica de uso para el usuario,
- obtener o proporcionar una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar una segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, para una visión de cerca del usuario,

- proporcionar un diseño de lente objetivo que define
 - una distribución de potencia de refracción de la lente progresiva para gafas, que comprende la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, para visión de lejos y la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, para visión de cerca,
- 5 – una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos;
- una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca, proporcionando la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, una potencia de adición relativa a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media;
- 10 – un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior en el que la potencia de refracción cambia gradualmente desde la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, a la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media; y
- una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior;
- 15 – zonas de potencia media baja que están presentes en la zona de visión superior, la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha donde la potencia de refracción media que experimenta el usuario en la posición específica de uso no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja;
- 20 en donde
 - las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente para gafas,
- optimizar la forma de al menos una de la superficie frontal o la superficie posterior en la posición específica de uso según el diseño de la lente objetivo.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona una lente progresiva para gafas que incluye:

- 25 – una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos;
- una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca, representando la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, una potencia de adición relativa a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media;
- 30 – un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior en el que la potencia de refracción cambia gradualmente desde la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, a la segunda potencia de refracción, en particular a la segunda potencia de refracción media, en la posición específica de uso;
- 35 – una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior; y
- zonas de potencia media baja en la zona de visión superior, la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha donde la potencia de refracción media que experimenta el usuario en la posición específica de uso no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja.
- 40

Según el presente aspecto de la invención, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente para gafas, y la distancia, en particular la distancia horizontal, entre la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha no es mayor de 25 mm. La lente progresiva para gafas según el presente aspecto de la invención puede ser una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm. En este caso, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas.

Además, de acuerdo con este aspecto de la invención, se proporciona un método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas que se adapta a un usuario específico por medio de una posición específica de uso. El método comprende las etapas de:

- obtener o proporcionar la posición específica de uso para el usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,
- basándose en la posición de uso para el usuario, la potencia de refracción para la visión de lejos y la potencia de refracción para la visión de cerca, proporcionar un diseño de lente objetivo que define las propiedades de la superficie o las propiedades ópticas que se han de conseguir con la lente progresiva para gafas, y

– optimizar una superficie de forma libre que ha de ser formada en una pieza elemental de lente, de modo que minimice la diferencia entre las propiedades de superficie de la superficie de forma libre o las propiedades ópticas logradas con la superficie de forma libre y las propiedades de superficie o las propiedades ópticas definidas por el diseño de lente objetivo respectivamente.

El diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la optimización proporcione al menos una superficie de forma libre optimizada para una superficie frontal y/o una superficie posterior de la pieza elemental de la lente, cuya superficie de forma libre optimizada define al menos una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición de uso específica una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición de uso específica la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, y una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior. Adicionalmente, el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la superficie de forma libre optimizada se forme de manera que las zonas de potencia media baja estén presentes en la zona de visión superior y al menos una de la zona periférica izquierda y de la zona periférica derecha donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja. Además, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas de potencia media baja ocupen al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas y que la distancia, en particular la distancia horizontal, entre la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha no sea mayor de 25 mm.

Según el presente aspecto de la invención, la lente progresiva para gafas puede ser una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm. En este caso, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que las zonas de potencia media baja ocupen al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas.

En la lente progresiva para gafas de la invención de acuerdo con el presente aspecto de la invención, la zona de visión de cerca de un elemento de lente de adición progresiva (PAL) de control de miopía es más estrecha de lo habitual y está rodeada lateralmente con una potencia media relativamente baja similar a la potencia de lejos de la lente. Por lo tanto, la zona de visión de cerca es tan estrecha como práctica, mientras que las depresiones periféricas de potencia en ambos lados de la zona de visión de cerca son lo más amplias posible. Esto significa que hay gradientes relativamente pronunciados a izquierda y derecha en la zona de visión de cerca. En contraste con esto, las PAL convencionales actualmente en el mercado intentan asegurar una zona de visión de cerca muy amplia con una distribución uniforme (gradientes suaves) de potencia media añadida en la parte inferior de la lente minimizando el tamaño y profundidad de las depresiones de potencia periféricas a ambos lados de la zona de visión de cerca.

Según aún otro aspecto de la invención, se proporciona una lente progresiva para gafas que incluye:

- una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos;
- una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca, representando la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, una potencia de adición relativa a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media;
- un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior en el que la potencia de refracción cambia gradualmente desde la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, a la segunda potencia de refracción, en particular a la segunda potencia de refracción media, en la posición específica de uso;
- una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior; y
- zonas de potencia media baja en la zona de visión superior, la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha donde la potencia de refracción media que experimenta el usuario en la posición específica de uso no excede de la

primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja.

5 Según el presente aspecto de la invención, la lente progresiva para gafas es una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm y las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva.

Además, de acuerdo con el presente aspecto de la invención, se proporciona un método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas redonda que se adapta a un usuario específico por medio de una posición específica de uso. El método comprende las etapas de:

- 10 – obtener o proporcionar la posición específica de uso para el usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,
- basándose en la posición específica de uso para el usuario, la potencia de refracción para la visión de lejos y la potencia de refracción para la visión de cerca, proporcionar un diseño de lente objetivo que define propiedades de superficie o propiedades ópticas que se han de conseguir con la lente progresiva para gafas, y
- 15 – optimizar una superficie de forma libre que se ha de formar en una pieza elemental de lente, para minimizar la diferencia entre las propiedades de superficie de la superficie de forma libre o las propiedades ópticas logradas con la superficie de forma libre y las propiedades de superficie o las propiedades ópticas definidas por el diseño de la lente objetivo, respectivamente.
- 20 El diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la optimización proporcione al menos una superficie de forma libre optimizada para una superficie frontal y/o una superficie posterior de la pieza elemental de la lente, al menos cuya superficie de forma libre optimizada define una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición de uso específica una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición de uso
- 25 específica una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, y una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior. Además, el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la superficie de forma libre optimizada se forme de manera que las zonas de potencia media baja estén presentes en la zona de visión superior y en al menos una de la zona periférica izquierda y de la zona periférica derecha
- 30 donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja. Además, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas de potencia media baja ocupen al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente
- 35 progresiva para gafas redonda.

Según aún otro aspecto de la invención, se proporciona una lente progresiva para gafas que incluye:

- una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos;
- 40 – una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca, representando la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, una potencia de adición con relación a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media;
- 45 – un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior en el que la potencia de refracción cambia gradualmente desde la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, a la segunda potencia de refracción, en particular a la segunda potencia de refracción media, en la posición específica de uso; y
- una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior; y
- 50 – zonas de potencia media baja en la zona de visión superior, la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha donde la potencia de refracción media que experimenta el usuario en la posición específica de uso no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja.

Según el presente aspecto de la invención, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas, y las zonas de potencia media baja en la zona periférica izquierda y en la zona periférica derecha ocupan al menos un 10 %, ventajosamente al menos un 15%, incluso más ventajosamente al menos un 25%, del área de la lente progresiva para gafas. La lente progresiva para gafas según el presente aspecto de la invención puede ser una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm. En este caso, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas.

Además, de acuerdo con el presente aspecto de la invención, se proporciona un método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas redonda que se adapta a un usuario específico por medio de una posición específica de uso. El método comprende las etapas de:

- obtener o proporcionar o derivar la posición específica de uso para el usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,
- basándose en la posición específica de uso para el usuario, la potencia de refracción para la visión de lejos y la potencia de refracción para la visión de cerca, proporcionar un diseño de lente objetivo que define propiedades de superficie o propiedades ópticas que se han de conseguir con la lente progresiva para gafas, y
- optimizar una superficie de forma libre que se ha de formar en una pieza elemental de lente, para minimizar la diferencia entre las propiedades de superficie de la superficie de forma libre o las propiedades ópticas logradas con la superficie de forma libre y las propiedades de superficie o las propiedades ópticas definidas por el diseño de la lente objetivo, respectivamente.

El diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la optimización proporcione al menos una superficie de forma libre optimizada para una superficie frontal y/o una superficie posterior de la pieza elemental de la lente, al menos cuya superficie de forma libre optimizada define una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición de uso específica una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición de uso específica una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior. Además, la superficie de forma libre optimizada se forma de manera que las zonas de potencia media baja estén presentes en la zona de visión superior y al menos una de la zona periférica izquierda y de la zona periférica derecha donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja. Además, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas y las zonas de potencia media baja en la zona periférica izquierda y en la zona periférica derecha ocupan al menos un 10%, ventajosamente al menos un 15%, incluso más ventajosamente al menos un 25%, del área de la lente progresiva para gafas.

Según el presente aspecto de la invención, puede ser una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm. En este caso, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que las zonas de potencia media baja ocupen al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas.

Según aún otro aspecto de la invención, se proporciona una lente progresiva para gafas que incluye:

- una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos;
- una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca, representando la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, una potencia de adición con relación a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media;
- un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior en el que la potencia de refracción cambia gradualmente desde la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, a la segunda potencia de refracción, en particular a la segunda potencia de refracción media, en la posición específica de uso; y
- una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior; y

– zonas de potencia media baja en la zona de visión superior, la zona periférica izquierda y la zona periférica derecha donde la potencia de refracción media que experimenta el usuario en la posición específica de uso no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja.

5 Según el presente aspecto de la invención, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas, y las zonas de potencia media baja ocupan dicha área de la zona periférica izquierda y/o de la zona periférica derecha que, en la posición específica de uso, la respuesta de acomodación del usuario con relación a la respuesta habitual que el ojo exhibe con una lente de visión única de acuerdo con una prescripción de lejos no se altera durante las tareas de visión de cerca, sino que se crea una imagen delante de o en la fovea, o al menos se minimiza el retardo de acomodación en la fovea

La lente progresiva para gafas según el presente aspecto de la invención puede ser una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm. En este caso, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas.

15 Además, de acuerdo con el presente aspecto de la invención, se proporciona un método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas redonda que se adapta a un usuario específico por medio de una posición específica de uso. El método comprende las etapas de:

– obtener o proporcionar o derivar la posición específica de uso para el usuario,

– obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,

20 – obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,

– basándose en la posición específica de uso para el usuario, la potencia de refracción para la visión de lejos y la potencia de refracción para la visión de cerca, proporcionar un diseño de lente objetivo que define propiedades de superficie o propiedades ópticas que se han de conseguir con la lente progresiva para gafas, y

25 – optimizar una superficie de forma libre que se ha de formar en una pieza elemental de lente, para minimizar la diferencia entre las propiedades de superficie de la superficie de forma libre o las propiedades ópticas logradas con la superficie de forma libre y las propiedades de superficie o las propiedades ópticas definidas por el diseño de la lente objetivo, respectivamente.

El diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la optimización proporcione al menos una superficie de forma libre optimizada para una superficie frontal y/o una superficie posterior de la pieza elemental de la lente, al menos cuya superficie de forma libre optimizada define una zona de visión superior con un punto de referencia de lejos que proporciona en la posición de uso específica una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, una zona de visión inferior con un punto de referencia de cerca que proporciona en la posición de uso específica una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, un corredor entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior, una zona periférica izquierda y una zona periférica derecha que están separadas por el corredor y la zona de visión inferior, donde la superficie de forma libre optimizada se forma de manera que las zonas de potencia media baja estén presentes en la zona de visión superior y al menos una de la zona periférica izquierda y de la zona periférica derecha donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas de potencia media baja. Además, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas y las zonas de potencia media baja en la zona periférica izquierda y en la zona periférica derecha que, en la posición específica de uso, la respuesta de acomodación del usuario con relación a la respuesta usual que el ojo exhibe con una lente de visión única de acuerdo con una prescripción de lejos no se altera durante las tareas de visión de cerca sino que se crea una imagen delante de la fovea o en ella, o al menos se minimiza el retardo de acomodación sobre la fovea.

Según el presente aspecto de la invención, puede ser una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm. En este caso, el diseño de la lente objetivo se elige de modo que las zonas de potencia media baja ocupen al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas.

50 La invención proporciona además un programa de ordenador con código de programa para realizar todas las etapas de método de los métodos implementados por ordenador de la invención para diseñar una lente progresiva para gafas cuando el programa de ordenador se carga o ejecuta en un ordenador.

Aunque algunos desarrollos adicionales de la lente progresiva para gafas y del método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas solo se han descrito con respecto a algunos aspectos de la presente invención, una persona experta en la técnica reconoce que los mismos desarrollos adicionales como se han descrito con

55

respecto a uno de dichos aspectos de la invención se aplican también a la lente progresiva para gafas y al método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas de acuerdo con los otros aspectos de la invención.

5 Otras características, propiedades y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones de la invención en combinación con los dibujos adjuntos.

La Figura 1 muestra los contornos de potencia de adición media trazados por rayos para el ojo móvil dentro de un círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas con una potencia de adición de aproximadamente 1,5 D.

La Figura 2 muestra un gráfico de contorno de astigmatismo superficial para la lente progresiva para gafas de la Figura 1.

10 La Figura 3 muestra un gráfico de la potencia de adición media trazado por rayos para la lente progresiva para gafas de la Figura 1 a lo largo de una trayectoria ocular implícita que se muestra en la Figura 2.

La Figura 4 muestra un gráfico de contorno de la potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la Figura 1.

15 La Figura 5 muestra gráficos de la potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la Figura 1 a lo largo de una pluralidad de líneas horizontales que se muestran en la Figura 4.

La Figura 6 muestra los contornos de potencia de adición media trazados por rayos para el ojo errante dentro de un círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas con una potencia de adición de aproximadamente 2,0 D.

La Figura 7 muestra un gráfico de contorno de astigmatismo superficial para la lente progresiva para gafas de la Figura 6.

20 La Figura 8 muestra un gráfico de la potencia de adición media trazado por rayos para la lente progresiva para gafas de la Figura 6 a lo largo de una trayectoria ocular implícita que se muestra en la Figura 7.

La Figura 9 muestra una gráfica de contorno de la potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la Figura 6.

25 La Figura 10 muestra gráficos de potencia de adición de superficie media para la lente progresiva para gafas de la Figura 6 a lo largo de una pluralidad de líneas horizontales que se muestran en la Figura 9.

La Figura 11 muestra los contornos de potencia de adición media trazados por rayos para el ojo errante dentro de un círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas con una potencia de adición de aproximadamente 2,5 D.

30 La Figura 12 muestra un gráfico de contorno del astigmatismo superficial para la lente progresiva para gafas de la Figura 11.

La Figura 13 muestra un gráfico de la potencia de adición media trazado por rayos para la lente progresiva para gafas de la Figura 11 a lo largo de una trayectoria que se muestra en la Figura 12.

La Figura 14 muestra un gráfico de contorno de la potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la Figura 11.

35 La Figura 15 muestra gráficos de potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la Figura 11 a lo largo de una pluralidad de líneas horizontales mostradas en la Figura 14.

La Figura 16 muestra los contornos de potencia de adición media trazados por rayos para el ojo errante dentro de un círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas con una potencia de adición de aproximadamente 1,5 D que tiene la superficie progresiva en el lado del ojo de la lente.

40 La Figura 17: muestra un gráfico de contorno del astigmatismo de la superficie posterior para la lente progresiva para gafas de la Figura 16.

La Figura 18 muestra un gráfico de la potencia de adición media trazado por rayos para la lente progresiva para gafas de la Figura 16 a lo largo de una trayectoria ocular implícita que se muestra en la Figura 17.

45 La Figura 19 muestra un gráfico de contorno de la potencia de adición media de superficie en la superficie posterior de la lente progresiva para gafas de la Figura 16.

La Figura 20 muestra gráficos de la potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la Figura 16 a lo largo de una pluralidad de líneas horizontales que se muestran en la Figura 19.

La Figura 21 muestra los contornos de potencia de adición media trazados por rayos para el ojo móvil dentro de un círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas de acuerdo con la técnica anterior.

5 La Figura 22 muestra un gráfico de contorno del astigmatismo superficial para la lente progresiva para gafas de la técnica anterior de la Figura 21.

La Figura 23 muestra un gráfico de la potencia de adición media de superficie trazado por rayos para la lente progresiva para gafas de la técnica anterior de la Figura 21 a lo largo de una trayectoria ocular implícita que se muestra en la Figura 22.

10 La Figura 24 muestra un gráfico de contorno de la potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la técnica anterior de la Figura 21.

La Figura 25 muestra gráficos de potencia de adición media de superficie para la lente progresiva para gafas de la técnica anterior de la Figura 16 a lo largo de una pluralidad de líneas horizontales mostradas en la Figura 24.

Antes de pasar a una descripción de las realizaciones de la presente invención, a continuación se proporcionará una explicación de algunas expresiones utilizadas a lo largo de la totalidad de la siguiente memoria descriptiva.

15 El término "superficie de forma libre" se refiere a una superficie que puede formarse libremente durante el proceso de fabricación y que no necesita mostrar simetría axial o simetría rotacional. En particular, una superficie de forma libre puede conducir a diferentes potencias en diferentes secciones de la superficie. El uso de superficies de forma libre permite mejorar la calidad de las lentes para gafas con respecto a la calidad de imagen experimentada por el usuario, ya que la lente para gafas se puede optimizar con respecto a los valores de prescripción individuales del usuario, así como al centrado individual y a los datos de montura. Las superficies de forma libre de lentes de potencia progresiva incluyen un mayor número de parámetros, que pueden tenerse en cuenta en el cálculo de la superficie, que en el cálculo de las superficies de forma libre para lentes de visión única, por ejemplo la longitud de progresión o la potencia de adición.

20 El término "lente progresiva para gafas" se refiere a una lente para gafas con al menos una superficie progresiva, que proporciona una potencia de adición media creciente desde una zona de visión superior para visión de lejos a una zona de visión inferior para visión de cerca. En el contexto de la presente invención, una lente progresiva para gafas puede ser una lente para gafas antes de rebordear para ajustarse a una montura para gafas o después de rebordear.

25 El término "astigmatismo superficial" significa una referencia a una medida del grado en que la curvatura de una lente varía entre los planos de intersección que son normales a la superficie de la lente en un punto de la superficie. El astigmatismo superficial es igual a la diferencia entre la curvatura mínima y máxima de la superficie de la lente en cualquiera de esos planos de intersección multiplicada por $(n-1)$, donde n es el índice de referencia de refracción.

30 El término "cruz de ajuste" designa una marca ubicada en un punto en una superficie de una lente progresiva para gafas que el fabricante estipula como un punto de referencia para posicionar la lente progresiva para gafas delante del ojo del usuario. Esto significa que la "cruz de ajuste" es la marca del "punto de ajuste" sobre la superficie de la lente según es proporcionada por el fabricante.

35 El término "potencia de refracción" implica el error de potencia neta calculado a partir del trazado por rayos ópticos establecido para los objetos de visión del ojo errante en el infinito con la lente ajustada para alinear el centro de la pupila con la cruz de ajuste y el centro de rotación del ojo ubicado a 27 mm por detrás del punto del vértice posterior de la lente. Esta potencia se refiere a la esfera que se origina en el centro de rotación del ojo y que toca el punto del vértice posterior de la lente y se conoce como la "esfera de referencia". La potencia de refracción se determina calculando la vergencia entregada en la esfera de referencia por la lente y restando la vergencia correspondiente requerida por el ojo para que se vea una imagen nítida. Esto mide cómo de bien satisface la lente las necesidades focales del ojo bajo las condiciones del modelo de ojo - lente seleccionado. El modelo incluye el modelado de listado de rotación del giro del ojo y asume que la lente tiene una inclinación pantoscópica típica de 7° en la cruz de ajuste y un ángulo de envolvente de 0° . La potencia de refracción de una lente como una lente progresiva para gafas en una ubicación dada (generalmente es una ubicación en la esfera de referencia centrada en el centro de rotación del ojo y que toca el vértice posterior de la lente) en óptica oftálmica generalmente se especifica como una combinación de los tres valores escalares: potencia de la esfera, cilindro (astigmatismo) y eje del cilindro. La potencia de refracción media de la lente es igual a la potencia de la esfera más la mitad del valor del cilindro, es decir,

$$M = S + C/2,$$

50 donde M es la potencia de refracción media, S - la potencia de la esfera y C - la potencia del cilindro o astigmática. En este contexto, la esfera es una potencia de una lente que lleva un lápiz paraxial de luz paralelo a un solo foco, donde un lápiz paraxial de luz paralelo es un lápiz de luz en el que la distancia de los rayos de luz contenidos en el lápiz de luz desde el eje óptico de la lente es pequeña y los ángulos de los rayos de luz con respecto al eje óptico se pueden aproximar de acuerdo con $\sin \alpha \approx \alpha$, y el cilindro se refiere a la capacidad de una lente para gafas para llevar un lápiz paraxial de luz paralelo a dos focos de línea separados entre sí en ángulo recto. En este contexto, el término "meridiano

principal" se refiere a uno de los dos meridianos perpendiculares entre sí de una lente de potencia cilíndrica que son paralelos a las dos líneas de focos donde el término "meridiano" se refiere a un plano que contiene el centro de curvatura de una superficie y el vector normal en el centro de curvatura. Relacionado con la potencia astigmática está la "potencia cilíndrica" que representa la diferencia de potencias en los dos meridianos principales. La dirección del meridiano principal que se elige como referencia para la potencia cilíndrica se llama "eje del cilindro".

El término "punto de referencia de lejos" (DRP) se refiere a un punto en la superficie de la mitad superior de la lente progresiva para gafas en el que se aplica la potencia de refracción para la visión de lejos.

La expresión "zona de visión superior" se refiere a una zona en los alrededores del punto de referencia de lejos que tiene una potencia de refracción que corresponde o está cerca de la potencia de visión de lejos y tiene un error astigmático para el usuario en la posición de uso por debajo de 0,5 D.

El término "punto de referencia de cerca" (NRP) se refiere a un punto en la superficie de la mitad inferior de la lente progresiva para gafas en el que se aplica la potencia de refracción de la visión de cerca.

La expresión "zona de visión inferior" se refiere a una zona en los alrededores del punto de referencia de cerca que tiene una potencia de refracción que corresponde o está cerca de la potencia de visión de cerca y tiene un error astigmático para el usuario en la posición de uso por debajo de 0,5 D.

El término "corredor" describe un área entre la zona de visión superior y la zona de visión inferior en la que la potencia de refracción cambia gradualmente desde la potencia de refracción de lejos hasta la potencia de refracción de cerca y en el que astigmatismo superficial está por debajo de 0,5 D.

El término "zona periférica" se refiere a zonas que tienen un error astigmático para el usuario en la posición específica de uso de 0,5 D o superior y que se encuentran a la izquierda y a la derecha del corredor y la zona de visión inferior.

El término "potencia de adición media" se referirá a la potencia de refracción de trazado de rayos en una ubicación dada de la lente menos la potencia de refracción media en el punto de referencia de lejos.

El término "potencia de adición de superficie" se refiere a la potencia de superficie de la lente en una ubicación dada menos la potencia de superficie en el punto de referencia de lejos. Si se usa una variante escalar de la potencia de adición de superficie, esta variante escalar se denomina "potencia de adición de superficie media", ya que la potencia de superficie hablando en general es un tensor de 2x2.

La expresión "trayectoria del ojo" se refiere a un lugar de fijación visual que, cuando la lente progresiva para gafas está correctamente diseñada para el usuario, normalmente coincide con un lugar de puntos medios horizontales entre los contornos de astigmatismo 0,5 D nasal y temporal cuando el usuario ajusta la fijación de un objeto distante, es decir, un objeto de campo lejano, a un objeto cercano, es decir, un objeto de campo cercano.

Una primera realización de la lente progresiva para gafas de la invención se describirá a continuación con respecto a las Figuras 1 a 5. La primera realización representa una lente progresiva para gafas con una potencia de adición de aproximadamente 1,50 D.

La Figura 1 muestra los contornos de potencia de adición media trazados por rayos para el ojo errante dentro de una montura redonda de 40 mm de diámetro de la lente progresiva para gafas de la primera realización centrada en el centro geométrico de la lente progresiva para gafas. Muestra, además de la cruz de ajuste 1, un círculo parcial 2 cuyo centro viene dado por el punto 2A de referencia de lejos y un semicírculo 3 con el punto de referencia 3A de cerca en su centro. Los contornos que se muestran en la Figura 1 representan líneas en las cuales la potencia de adición media de la lente progresiva es 0,25 D, 0,5 D y 1,0 D, respectivamente. La zona de puntos en la Figura 1 representa una zona en la cual la potencia de adición media no excede de 0,125 D. Esta zona se llama zona de potencia media baja en lo que sigue. Por lo tanto, en la zona de potencia media baja, la potencia de refracción media, es decir la potencia de lejos más la potencia de adición media, de la lente progresiva para gafas no es más elevada que la potencia de refracción de lejos más 0,125 D. Obsérvese que en la zona de potencia media baja la potencia de refracción media de la lente progresiva para gafas puede incluso ser menor que la potencia de refracción de lejos.

La Figura 2 es un gráfico de contorno que muestra el astigmatismo superficial de la superficie frontal de la lente progresiva para gafas de la Figura 1. El astigmatismo superficial se indica mediante líneas de contorno que representan pasos de 0,5 D. Como se puede ver en la Figura 2, hay líneas de contorno en el lado derecho y en el lado izquierdo del corredor que representan un astigmatismo superficial de 0,5 D que delimitan a izquierda y derecha zonas periféricas 4L, 4R. Los valores máximos del astigmatismo alcanzado en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R son aproximadamente de 3,5 D.

Las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R están separadas por la zona 5 de visión inferior y el corredor 6 de la lente progresiva para gafas. La zona por encima del contorno de astigmatismo superficial de 0,5 D es la zona 7 de visión superior de la lente progresiva para gafas.

La Figura 2 también muestra la línea 8 de trayectoria del ojo prevista de la lente progresiva para gafas. La distribución de la adición media trazada por rayos de la superficie frontal del lente a lo largo de la línea de la trayectoria del ojo se muestra en el gráfico de la Figura 3. En esta Figura, el eje horizontal representa la distancia vertical y desde una intersección de la línea 8 de trayectoria del ojo con una línea horizontal que atraviesa el centro geométrico de la lente progresiva para gafas, que está ubicado en $y = 0$, mientras que el eje vertical representa potencia que se añade a la potencia de refracción de lejos de la lente progresiva para gafas en dioptrías (D). Obsérvese que un valor de potencia de adición media de 0 D no significa que la potencia de refracción en esta ubicación particular sea cero sino que la potencia de refracción en esta ubicación particular corresponde a la potencia de refracción de lejos según la prescripción de un paciente.

5
10 Como se puede ver en el gráfico de la Figura 3, el punto de referencia de lejos DRP se encuentra a una distancia desde $y = 0$ mm de 8 mm hacia el extremo superior de la lente progresiva para gafas, es decir, en una ubicación de $y = -8$ mm. La zona de visión superior de la presente realización comienza aproximadamente en $y = 4$ mm (la ubicación de la cruz de ajuste). Como se puede ver además en el gráfico de la Figura 1, la potencia de adición media trazada por rayos está por debajo de 0,125 D hasta el extremo vertical superior de la lente progresiva para gafas.

15 El punto de referencia de cerca NRP se encuentra aproximadamente en $y = -8$ mm y la zona de visión inferior comienza aproximadamente en $y = -6,1$ mm (la ubicación del 95% de la potencia de adición media nominal a lo largo de la trayectoria del ojo). La zona de visión inferior incluye una meseta de la potencia de adición media trazada por rayos que se extiende desde aproximadamente $y = -8$ mm hasta aproximadamente $y = -20$ mm y en la cual la potencia de adición media trazada por rayos es casi constante a 1,5 D. Por lo tanto, la potencia de referencia de cerca es aproximadamente 1,5 D mayor que la potencia de referencia de lejos.

20 Entre aproximadamente $y = 4$ mm y aproximadamente $y = -8$ mm, la potencia de adición media trazada por rayos aumenta bruscamente desde aproximadamente 0,125 D a aproximadamente 1,5 D. El área en la que la potencia de adición media aumenta bruscamente corresponde al corredor 6.

25 La Figura 4 muestra un gráfico de contorno que representa la potencia de adición media de superficie con las líneas de contorno incrementadas en pasos de 0,5 D. Además, la Figura 4 muestra líneas horizontales 9A a 9D que cruzan la zona de visión de cerca que discurre perpendicular a la línea 8 de trayectoria del ojo.

30 La Figura 5 muestra un gráfico que representa las potencias de adición de superficie a lo largo de las líneas horizontales 9A a 9D que se muestran en la Figura 4. En este gráfico, el eje horizontal representa la distancia x desde una línea vertical que atraviesa el centro geométrico de la lente progresiva para gafas y el eje vertical representa la potencia de adición media en dioptrías (D). Obsérvese que la línea 8 de la trayectoria del ojo está sesgada debido a la convergencia de los ojos cuando ven los objetos cercanos y esta línea no coincide con el valor cero del eje horizontal de la Figura 5 en el área de las líneas horizontales 9A a 9D. En la Figura 5 se puede ver que la potencia de adición media es la más alta (1,5 D) en la línea de la trayectoria del ojo y cae hacia el reborde izquierdo y derecho de la lente progresiva a valores por debajo de 0,125 D a aproximadamente $x = -8$ mm y aproximadamente $x = 12$ mm. La distancia entre estos puntos es, en la presente realización, de 20 mm. Obsérvese que hacia el corredor y hacia el reborde inferior de la lente progresiva para gafas, la distancia entre las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R resulta más pequeña (véase la Figura 1) de modo que la distancia de 20 mm es la distancia máxima en la presente realización.

35 En la presente realización, la potencia de adición media de superficie cae aún más a un valor por debajo de la potencia de referencia de distancia antes de que vuelva a aumentar para finalmente superar un valor de 0,125 D a aproximadamente $x = -16$ mm y aproximadamente $x = 19$ mm, respectivamente. Las zonas entre aproximadamente $x = -8$ mm y aproximadamente $x = -16$ mm y entre aproximadamente 12 mm y aproximadamente 19 mm en el otro lado son parte de la zona de potencia media baja que se muestra en la Figura 1.

40 Como queda claro a partir de la Figura 1, la zona de potencia media baja de la presente realización es contigua e incluye casi toda la zona de visión superior y grandes partes de las zonas periféricas izquierda y derecha. Además, el gradiente por el cual la potencia de adición media cae desde la zona 5 de visión inferior hacia las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R es pronunciado en comparación con las lentes oftálmicas progresivas convencionales para gafas, que se describirán a modo de ejemplo más adelante con referencia a las Figuras 16 a 20.

45 Como ya se mencionó, el gráfico de la Figura 1 representa un círculo con un diámetro de 40 mm. El área total de este círculo es 1256,65 mm². El área cubierta por la zona de potencia media baja es de 758,9 mm², que corresponde al 60,4% del área total del círculo. Por lo tanto, una gran fracción de la lente oftálmica progresiva para gafas de la primera realización no proporciona virtualmente potencia de adición media.

50 A continuación se describirá una segunda realización de la presente invención con respecto a las Figuras 6 a 10. La descripción de la segunda realización se centrará en las diferencias con la primera realización para evitar repeticiones. Por lo tanto, las características de la segunda realización que son sustancialmente similares a las características de la primera realización se denominan con los mismos números de referencia que en la primera realización y no se explicarán nuevamente. La segunda realización representa una lente progresiva para gafas en la que la potencia de adición en la zona de visión de cerca es de aproximadamente 2,00 D en lugar de aproximadamente 1,5 D.

55

La Figura 6 muestra una montura redonda de 40 mm de diámetro de la lente progresiva para gafas de la segunda realización. Esta Figura corresponde a la Figura 1 de la primera realización. Como en la primera realización, la potencia de adición media trazada por rayos dentro del área de puntos también puede ser negativa, es decir, la potencia de refracción media presente en la región de baja potencia puede ser menor que la potencia de refracción de lejos.

5 La Figura 7, que corresponde a la Figura 2 de la primera realización, muestra un diagrama de contorno que representa el astigmatismo superficial. Como puede verse en la Figura 7, el valor máximo del astigmatismo alcanzado en la lente progresiva para gafas de la segunda realización es de aproximadamente 4,5 en la zona periférica derecha.

10 La Figura 8, que corresponde a la Figura 3 de la primera realización, muestra la potencia de adición media trazada por rayos a lo largo de la línea 8 de trayectoria del ojo mostrada en la Figura 7. Las ubicaciones del punto de referencia de lejos DRP, del punto de referencia de cerca NRP y del corredor son las mismas que en la primera realización. Obsérvese que la potencia de adición media trazada por rayos se mantiene casi constante en la dirección de la línea del ojo 8 hasta el reborde inferior del círculo de 50 mm de diámetro que se muestra en la Figura 7.

15 La Figura 9, que corresponde a la Figura 4 de la primera realización, muestra un gráfico de contorno que representa la potencia de adición media de superficie en la lente progresiva para gafas dentro del círculo de 50 mm de diámetro de la lente progresiva para gafas.

20 La Figura 10, que corresponde a la Figura 5 de la primera realización, muestra un gráfico que representa la potencia de adición media de superficie a lo largo de las cuatro líneas horizontales 9A a 9D mostradas en la Figura 9. Como se puede ver en la Figura 10, la potencia de adición media de superficie cae en la dirección -x así como en la dirección +x desde 2,0 D a $x = 2$ mm (que corresponde a la ubicación de la línea del ojo) a 0,125 D. El valor de 0,125 D se alcanza aproximadamente en $x = -11$ mm y aproximadamente $x = +12$ mm, respectivamente. Por lo tanto, las zonas de potencia media baja en las regiones periféricas izquierda y derecha están separadas unos 23 mm. Obsérvese que hacia el corredor la distancia entre las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R resulta más pequeña, mientras que la distancia entre las zonas 11, 12 de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R solo aumenta ligeramente hacia el reborde inferior de la lente progresiva para gafas (véase la Figura 6). La distancia entre las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R no excede de aproximadamente 25 mm. El gradiente por el cual la potencia de adición media de superficie cae desde la zona 5 de visión inferior hacia las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R es ligeramente más pronunciado que en la primera realización.

30 En la segunda realización, la potencia de adición media de superficie en la zona periférica derecha 4R cae aún más a un valor por debajo de la potencia de referencia de lejos antes de que aumente nuevamente para alcanzar la potencia de refracción de lejos aproximadamente en $x = 22$ mm. Por lo tanto, el ancho de la zona de potencia media baja a lo largo de las líneas horizontales 9A a 9D en la zona periférica derecha es más de 10 mm. En la zona periférica izquierda 4L, la potencia de adición media de superficie no cae por debajo de cero a lo largo de las líneas horizontales 9A a 9D que se muestran en la Figura 9 y alcanza nuevamente 0,125 D aproximadamente en $x = -14$ mm, de modo que el ancho de la zona de potencia media baja es de aproximadamente 3 mm, lo que da como resultado una zona de potencia media baja más estrecha que en la zona periférica derecha 4R. Esta asimetría se debe al hecho de que la línea 8 del ojo está desplazada de $x = 0$. Sin embargo, obsérvese a partir de la Figura 6 que el ancho de la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda 4L es más estrecho en la región de las líneas horizontales 9A a 9D de modo que el ancho de aproximadamente 3 mm representa el ancho mínimo de la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda.

40 Como también se puede ver en la Figura 6, la zona de potencia media baja de la presente realización no es contigua e incluye tres subzonas desunidas 10, 11, 12, donde la primera subzona 10 coincide más o menos con la zona 7 de visión superior, la segunda subzona 11 está ubicada en la zona periférica izquierda 4L y la tercera subzona 12 está ubicada en la zona periférica derecha 4L. La primera subzona 10 está conectada con la segunda subzona 11 y la tercera subzona 12 por secciones de la lente progresiva para gafas en las que la potencia de adición media trazada por rayos está entre 0,125 D y 0,5 D.

En la segunda realización, el área de la zona de potencia media baja dentro del círculo de 40 mm de diámetro que se muestra en la Figura 6 es de 589,4 mm². Por lo tanto, la zona de potencia media baja de la segunda realización ocupa el 46,9% del área dentro del círculo de 40 mm de diámetro que se muestra en la Figura 6.

50 Una tercera realización de la lente progresiva para gafas de la invención se describirá ahora con respecto a las Figuras 11 a 15. Nuevamente, aquellos elementos que no difieren sustancialmente de los elementos mostrados en la primera realización se denominarán con los mismos números de referencia que en la primera realización y no se explicarán nuevamente para evitar repeticiones. La tercera realización representa una lente progresiva para gafas con una potencia de adición de aproximadamente 2,50 D.

55 La Figura 11 muestra una montura redonda de 40 mm de diámetro de la lente progresiva para gafas de la tercera realización. Esta figura corresponde a la Figura 1 de la primera realización. El área de puntos es la zona de potencia media baja de la tercera realización.

La Figura 12, que corresponde a la Figura 2 de la primera realización, muestra un gráfico de contorno del astigmatismo superficial de la lente progresiva para gafas según la tercera realización de la invención. El valor máximo del astigmatismo alcanzado en la lente progresiva para gafas es de aproximadamente 5,5 en la zona periférica derecha 4R.

5 La Figura 13, que corresponde a la Figura 3 de la primera realización, muestra un gráfico de la potencia de adición media de superficie trazada por rayos a lo largo de la línea 8 de trayectoria del ojo. Las ubicaciones del punto de referencia de lejos DRP, del punto de referencia de cerca NRP y del corredor son las mismas que en la primera realización.

10 La Figura 14, que corresponde a la Figura 4 de la primera realización, muestra un gráfico de contorno que representa la potencia de adición media de superficie dentro del círculo de 50 mm de diámetro y la Figura 15, que corresponde a la Figura 5 de la primera realización, muestra la potencia de adición media de superficie a lo largo de las líneas horizontales 9A a 9D en la Figura 14. Desde la potencia de adición media máxima de superficie, la potencia de adición media de superficie cae hacia la izquierda y la derecha hasta que se alcanza una potencia de adición media de superficie de 0,125 D. Obsérvese que en el lado izquierdo, es decir, la dirección -x, el gráfico muestra una potencia de adición media de superficie que se encuentra por encima de 0,125 D para tres de las cuatro líneas 9A a 9D. Esto se debe al hecho de que la zona de potencia media baja 11 en la zona periférica izquierda 4L comprende dos partes separadas 1A, 11B que están divididas por una sección de la zona periférica izquierda 4L en la que la potencia de adición media de superficie se encuentra por encima de 0,125 D y alcanza aproximadamente 0,25 D. Tres de las cuatro líneas verticales 9A a 9D atraviesan la zona entre las dos partes de la zona 11 de potencia media baja en la zona periférica izquierda 4L.

15 El valor de 0,125 D se alcanza aproximadamente en $x = -11$ mm y aproximadamente $x = +12$ mm, respectivamente. Por lo tanto, las zonas de potencia media baja en las regiones periféricas izquierda y derecha están separadas unos 23 mm. El gradiente por el cual la potencia de adición media de superficie cae desde la zona 5 de visión inferior hacia las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R es incluso más pronunciado que en la segunda realización.

20 La distancia entre la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda 4L y la zona de potencia media baja en la zona periférica derecha 4R es de aproximadamente 23 mm. Obsérvese que hacia el corredor, la distancia entre las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R resulta más pequeña y la distancia entre las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R solo aumenta ligeramente hacia el reborde inferior de la lente progresiva para gafas. La distancia entre las zonas de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha 4L, 4R no excede de aproximadamente 25 mm.

25 Como se puede ver en la Figura 11, las zonas 10, 11A, 11B, 12 de potencia media baja en la zona 7 de visión superior, la zona periférica izquierda 4L y la zona periférica derecha 4R están desunidas como en la segunda realización. Además, la zona de potencia media baja en la zona periférica izquierda está formada por dos porciones separadas 11A, 11B. Sin embargo, la potencia de adición media de superficie no excede de 0,25 D entre estas dos porciones. Las zonas 11A, 11B de potencia media baja, en la zona periférica izquierda 4L están conectadas a la zona 10 de potencia media baja en la zona 7 de visión superior a través de una sección de la lente progresiva para gafas en la que la potencia de adición de superficie media está entre 0,125 D y 0,5 D. La zona de potencia media baja 12, en la zona periférica derecha 4R está conectada a la zona 10 de potencia media baja en la zona 7 de visión superior a través de una sección de la lente progresiva para gafas en la que la potencia de adición media de superficie está entre 0,125 D y 1,0 D.

30 El área del círculo de 40 mm de diámetro que se muestra en la Figura 11 que está ocupada por la zona de potencia media baja es 567,1 mm², que corresponde a una fracción del 45% del área total dentro del círculo de 40 mm de diámetro.

35 En las realizaciones de la lente progresiva para gafas que se han descrito hasta ahora, la potencia de refracción en el punto de referencia de lejos es -2,5 DS (dioptrías de potencia esférica) y una superficie de forma libre que proporciona la potencia de adición media se encuentra en la superficie frontal de la lente progresiva para gafas, mientras que la superficie posterior es esférica con una esfera de 2,4 D en un índice de refracción de 1,530 aunque el material de la lente progresiva para gafas tiene un índice de refracción de 1,594 (es un convenio histórico para indicar la potencia superficial de lentes, en particular de lentes esféricas, en el índice de refracción de referencia de 1,530 independientemente del material de la lente). Sin embargo, la superficie de forma libre que proporciona la potencia de adición media también puede ubicarse en la superficie posterior de la lente progresiva para gafas, siendo la superficie frontal esférica. Obsérvese que también sería posible una superficie posterior tórica (si la superficie de forma libre se forma en la parte frontal) o una superficie frontal tórica (si la superficie de forma libre se forma en la parte posterior). Una opción adicional es dar a la superficie posterior y a la superficie frontal una forma de forma libre para que la superficie posterior de forma libre y la superficie frontal de forma libre proporcionen juntos la potencia de adición de una lente.

40 A continuación, se describirá una cuarta realización con respecto a las Figuras 16 a 20. La cuarta realización representa una lente progresiva para gafas que tiene un índice de refracción de 1,594 en la que la potencia de refracción en el punto de referencia de lejos es -2,5 DS (dioptrías de potencia esférica) y la potencia de adición media en la zona de visión de cerca es aproximadamente de 1,5 D como en la primera realización. La principal diferencia entre la primera realización y la cuarta realización es que la potencia de adición media de la cuarta realización es proporcionada por una superficie posterior progresiva de forma libre en lugar de por una superficie frontal progresiva de forma libre, como fue el caso en la primera realización. La superficie frontal de la cuarta realización es una esfera de 2,4 D en el índice de refracción de

referencia de 1,530. Características de la cuarta realización que son sustancialmente similares a características de la primera realización son denominadas por los mismos números de referencia que en la primera realización y no se explicarán de nuevo.

5 La Figura 16 muestra una montura redonda de 40 mm de diámetro de la lente progresiva para gafas de la segunda realización. Esta Figura corresponde a la Figura 1 de la primera realización. Al igual que en la primera realización, la potencia de adición media trazada por rayos dentro del área de puntos tiene una potencia media que no excede la potencia de visión de lejos en más de 0,125 D.

10 La Figura 17, que corresponde a la Figura 2 de la primera realización, muestra un gráfico de contorno que representa el astigmatismo superficial de la superficie posterior. Como puede verse al comparar la Figura 17 con la Figura 2, el astigmatismo superficial de la superficie posterior en la cuarta realización es casi idéntico al astigmatismo superficial de la superficie frontal en la primera realización.

15 La Figura 18, que corresponde a la Figura 3 de la primera realización, muestra la potencia de adición media trazada por rayos a lo largo de la línea 8 de trayectoria del ojo mostrada en la Figura 17. Las ubicaciones del punto de referencia de lejos DRP, del punto de referencia de cerca NRP y del corredor son las mismas que en la primera realización. En conjunto, las características de la potencia de adición media trazada por rayos a lo largo de la línea de trayectoria del ojo es muy similar a la potencia de adición media trazada por rayos a lo largo de la línea de la trayectoria del ojo de la primera realización.

20 La Figura 19, que corresponde a la Figura 4 de la primera realización, muestra un diagrama de contorno que representa la potencia de adición media de superficie de la superficie posterior de la lente progresiva para gafas de la cuarta realización dentro del círculo de 50 mm de diámetro de la lente progresiva para gafas .

La Figura 20, que corresponde a la Figura 5 de la primera realización, muestra un gráfico que representa la potencia de adición media de superficie de la superficie posterior de la lente progresiva para gafas a lo largo de las cuatro líneas horizontales 9A a 9D mostradas en la Figura 19.

25 El área de la zona de potencia media baja dentro del círculo de 40 mm de diámetro que se muestra en la Figura 16 es 764,4 mm² en la cuarta realización. Por lo tanto, la zona de potencia media baja de la cuarta realización ocupa el 60,8% del área dentro del círculo de 40 mm de diámetro que se muestra en la Figura 16.

Para comparación, una lente progresiva para gafas típica de la técnica anterior que tiene el índice de refracción de 1,594 con una potencia de adición media de 1,5 D se muestra en las Figuras 21 a 25 que corresponden a las Figuras 1 a 5 de la primera realización, respectivamente.

30 Como se puede ver en la Figura 21, la potencia de adición media trazada por rayos en las zonas periféricas es siempre superior a 0,125 D y en grandes áreas de las zonas periféricas también más de 0,5 D mientras que en las lentes progresiva para gafas del primer y cuarto modos de realización (que también tienen una potencia de adición media trazada por rayos de 1,5 D) grandes secciones de las zonas periféricas no superan una potencia de adición media trazada por rayos de 0,125 D (compárese con las Figuras 1 y 16). El área de la zona de potencia media baja (área de puntos) dentro del círculo de 40 mm de diámetro de la lente progresiva para gafas de la técnica anterior que se muestra en la Figura 21 es 401,2 mm². Por lo tanto, la zona de potencia media baja de la lente progresiva para gafas de la técnica anterior ocupa solo aproximadamente el 32% del área dentro del círculo de 40 mm de diámetro, mientras que en una lente progresiva para gafas de acuerdo con la primera realización de la invención, la zona de potencia media baja ocupa aproximadamente el 60% del área dentro del círculo de 40 mm de diámetro, que es casi el doble que en la lente progresiva para gafas de la técnica anterior. Incluso en las lentes progresiva para gafas de la segunda y tercera realizaciones, que tienen más potencia de adición media trazada por rayos que las lentes progresiva para gafas de la técnica anterior mostradas en las Figuras 21 a 25, la zona de potencia media baja con 45% ocupa una fracción considerablemente mayor del área dentro del círculo de 40 mm de diámetro que la zona de potencia media baja de la lente progresiva para gafas de la técnica anterior. Además, una comparación de las Figuras 5, 10, 15, y 20 con la Figura 25 muestra que el gradiente por el que la potencia de adición media de superficie cambia desde la zona de visión inferior hacia las zonas periféricas izquierda y derecha es considerablemente más pronunciado en las lentes progresivas para gafas de la invención que en la lente progresiva para gafas de la técnica anterior.

50 La presente invención proporciona una lente progresiva para gafas en la que está presente una gran zona de potencia media baja con una potencia de adición media trazada por rayos que no excede de 0,125 D que ocupa al menos el 45% de un área dentro de un círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas. En todas las realizaciones representadas, la zona de potencia media baja está presente en las zonas periféricas a ambos lados de la zona de visión inferior y del corredor. Por el contrario, la fracción de zonas de potencia media baja en las lentes progresivas en el estado de la técnica no supera aproximadamente el 35% de un área dentro de un círculo de 40 mm de diámetro alrededor del centro geométrico de las respectivas lentes progresivas para gafas. Además, las lentes progresiva para gafas del estado de la técnica muestran que no hay zonas de potencia media baja con una potencia de adición media trazada por rayos por debajo de 0,125 D en las zonas periféricas o, si tales zonas de potencia media baja

están presentes en las zonas periféricas, solo están presentes en una de las zonas periféricas derecha e izquierda y solo representan una fracción de área despreciable de la zona periférica respectiva.

5 Según una realización del método inventivo de fabricación de una lente progresiva para gafas, la lente progresiva para gafas de la invención puede ser fabricada individualmente para un usuario. El método incluye las etapas de obtener la posición específica de uso para el usuario, obtener una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, para la visión de lejos del usuario, obtener una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, para una visión de cerca del usuario y proporcionar una pieza elemental de lente semiacabada como una pieza elemental de lente. En una pieza elemental de lente semiacabada, una superficie de la lente ya está acabada. Esta superficie es típicamente una superficie esférica o tórica. En la presente realización, la superficie de lente acabada es la superficie frontal. Sin embargo puede ser también la superficie posterior si la superficie de forma libre ha de ser formada en la superficie frontal.

15 Basado en la posición específica de uso para el usuario, se forman la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, y la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, una superficie de forma libre en la superficie posterior de la pieza elemental de lente semiacabada. Esta superficie de forma libre define la zona (7) de visión superior con el punto (2A) de referencia de lejos, la zona (5) de visión inferior con el punto (3A) de referencia de cerca y el corredor (6) entre la zona (7) de visión superior, la zona (5) de visión inferior, así como una zona periférica izquierda (4L) y una zona periférica derecha (4R) que están separadas por el corredor (6) y la zona (5) de visión inferior. La superficie de forma libre se forma de manera que las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja estén presentes en la zona (7) de visión superior y al menos en una de la zona periférica izquierda (4L) y de la zona periférica derecha (4R). En la posición específica de uso, la potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede de la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas (10, 11, 12) de potencia media baja. Además, al menos dicha superficie de forma libre está formada de tal manera que las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas.

25 Aunque la superficie de forma libre se forma en la superficie posterior de la pieza elemental de lente semiacabada en la presente realización del método inventivo, la superficie de forma libre también puede formarse en la superficie frontal. En este caso, la superficie posterior de la pieza elemental de lente semiacabada sería esférica o tórica.

Obsérvese que la pieza elemental de lente no necesita ser una pieza elemental de lente semiacabada, sino que puede ser cualquier forma de materia prima adecuada como punto de partida para formar una lente para gafas.

30 La lente para gafas puede diseñarse usando un método implementado por ordenador. En este método, la posición específica de uso para el usuario, la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, para la visión de lejos del usuario y la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, para la visión de cerca del usuario se obtienen o se proporcionan junto con un diseño de lente objetivo. Este diseño de lente objetivo define

35 – una distribución de potencia de refracción de la lente progresiva para gafas que comprende la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, para visión de lejos y la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, para visión de cerca,

– una zona (7) de visión superior con un punto (2A) de referencia de lejos que proporciona una primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos;

40 – una zona (5) de visión inferior con un punto (3A) de referencia de cerca que proporciona una segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca, la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, proporcionando una potencia de adición relativa a la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media;

45 – un corredor (6) entre la zona (7) de visión superior y la zona (5) de visión inferior en el que la potencia de refracción cambia gradualmente desde la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, a la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media; y

– una zona periférica izquierda (4L) y una zona periférica derecha (4R) que están separadas por el corredor y la zona (5) de visión inferior;

50 – zonas (10, 11, 12) de potencia media baja están presentes en la zona (7) de visión superior, la zona periférica izquierda (4L) y la zona periférica derecha (4R) donde la potencia de refracción media que experimenta el usuario en la posición de uso no excede de la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas (10, 11, 12) de potencia media baja. Las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas.

55 El diseño de la lente para gafas comprende optimizar la forma de al menos una de la superficie frontal o posterior en la posición específica de uso basándose en el diseño de la lente objetivo. Se puede encontrar información sobre cómo

optimizar la forma de la superficie de una lente para gafas en el documento EP 0 857 993 A2 o en Werner Köppen, "Konzeption und Entwicklung von Gleitsichtgläsern" DOZ 10/95, páginas 42-46.

Aunque la presente invención se ha descrito con respecto a cuatro realizaciones por razones ilustrativas, para un experto en la técnica está claro que son posibles realizaciones que difieren de las realizaciones representadas. Por ejemplo, las presentes realizaciones muestran lentes progresivas para gafas con una potencia de adición media máxima de aproximadamente 1,5 D, 2,0 D y 2,5 D. Sin embargo, son posibles otras potencias de adición medias máximas. Las potencias de adición medias máximas típicas se encuentran entre 1,0 y 3,0 D, mientras que las potencias de adición de 1,5 D a 2,5 D son las más comunes. La presente invención, por lo tanto, no se limitará a las realizaciones específicas proporcionadas anteriormente, sino solo a las reivindicaciones adjuntas.

- 5
- 10 Números de referencia
- 1 cruz de ajuste
- 2 círculo parcial
- 3 semicírculo
- 4 L, R zona periférica izquierda, derecha
- 15 5 zona de visión inferior
- 6 corredor
- 7 zona de visión superior
- 8 línea del ojo
- 9 A-D líneas horizontales
- 20 10 subzona
- 11 subzona
- 12 subzona

REIVINDICACIONES

1. Una lente progresiva para gafas, que incluye:

– una zona (7) de visión superior con un punto (2A) de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos;

– una zona (5) de visión inferior con un punto (3A) de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptado a la visión de cerca, representando la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, una potencia de adición con relación a la primer potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media;

– un corredor (6) entre la zona (7) de visión superior y la zona (5) de visión inferior en el que una potencia de refracción, en particular una potencia de refracción media, cambia gradualmente desde la primera potencia de refracción, en particular la primer potencia de refracción media, a la segunda potencia de refracción, en particular a la segunda potencia de refracción media, potencia en la posición específica de uso; y

– una zona periférica izquierda (4L) y una zona periférica derecha (4R) que están separadas por el corredor y la zona (5) de visión inferior; y

– zonas (10, 11, 12) de baja potencia media en la zona (7) de visión superior, la zona periférica izquierda (4L) y la zona periférica derecha (4R) donde la potencia de refracción media que experimenta el usuario en la posición de uso específica no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas (10, 11, 12) de baja potencia media;

caracterizada por que

– las zonas (10, 11, 12) de baja potencia media ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas.

2. La lente progresiva para gafas de la reivindicación 1, caracterizada por que dicha potencia de refracción, en particular dicha potencia de refracción media, en dicha posición específica de uso para el usuario se define mediante la simulación del ojo errante alrededor de su centro de rotación, por lo que la potencia de refracción, en particular dicha potencia de refracción media, se calcula a partir del trazado por rayos ópticos establecido para los objetos de visión de ojo errante en el infinito con la lente progresiva para gafas ajustada para alinear el centro de la pupila con el punto de ajuste y el centro de rotación del ojo ubicado a una distancia específica en un intervalo de entre 20 mm y 30 mm por detrás del punto del vértice posterior de la lente cuando el ojo está en la posición primaria, la potencia de refracción, en particular dicha potencia de refracción media, se refiere a la esfera que se origina en el centro de rotación del ojo y toca el punto del vértice posterior de la lente progresiva para gafas, en donde la simulación incluye el modelado de listado de rotación del giro del ojo y asume que la lente tiene una inclinación pantoscópica seleccionada del intervalo entre -20° y +30° en el punto de ajuste y un ángulo de envolvente seleccionado del intervalo entre -5° y +15° en el punto de ajuste.

3. La lente progresiva para gafas de la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que la potencia de refracción media experimentada por un usuario en la zona periférica izquierda (4L) y la zona periférica derecha (4R) siempre está por debajo de la segunda potencia de refracción, en particular de la segunda potencia de refracción media.

4. La lente progresiva para gafas de la reivindicación 1 a la reivindicación 3, caracterizada por que la lente progresiva para gafas es una lente progresiva para gafas redonda que tiene un diámetro de al menos 40 mm y las zonas (10, 11, 12) de baja potencia media ocupan al menos el 40% de un área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas.

5. La lente progresiva para gafas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la potencia de adición proporcionada por la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, en relación con la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media 1, se encuentra en el intervalo de 1,0 D a 3,0 D.

6. La lente progresiva para gafas según una de las reivindicaciones anteriores 1, caracterizada por que la distancia entre la zona (11) de potencia media baja en la zona periférica izquierda (4L) y la zona (12) de potencia media baja en la zona periférica derecha (4R) no es mayor de 25 mm.

7. La lente progresiva para gafas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las zonas (11, 12) de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha (4L, 4R) se extienden a una ubicación por debajo de una línea horizontal que pasa a través del punto (3A) de referencia de cerca.

8. La lente progresiva para gafas según la reivindicación 7, caracterizada por que las zonas (11, 12) de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha (4L, 4R) se extienden al menos a líneas horizontales ubicadas a 5 mm por encima y debajo de una línea horizontal que pasa a través del punto (3A) de referencia de cerca.
- 5 9. La lente progresiva para gafas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y la reivindicación 4, caracterizada por que la zona (10) de potencia media baja en la zona (7) de visión superior cubre toda el área de lente progresiva para gafas dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas que se encuentra por encima de una línea horizontal que pasa a través del punto (2A) de referencia de lejos.
- 10 10. La lente progresiva para gafas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la zona (10) de potencia media baja en la zona (7) de visión superior, la zona (11) de potencia media baja en la zona periférica izquierda (4L) y la zona (12) de potencia media baja en la zona periférica derecha (4R) forman una zona contigua de baja potencia.
- 15 11. La lente progresiva para gafas según la reivindicación 10, caracterizada por que la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición de 1,5 D o menos a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media.
- 20 12. La lente progresiva para gafas según la reivindicación 2 y la reivindicación 10 o la reivindicación 2 y la reivindicación 11, caracterizada por que la zona contigua (10, 11, 12) de potencia media baja ocupa al menos el 50% de dicha área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva.
- 25 13. La lente progresiva para gafas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición de más de 1,5 D y hasta 2,0 D a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, y las zonas (11, 12) de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha (4L, 4R) están separadas de la zona (10) de potencia media baja en la zona (7) de visión superior, donde las áreas en las cuales la potencia de refracción media es mayor que la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, más 0,125 D pero no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, más 0,5 D conecta la zona (10) de potencia media baja en la zona (7) de visión superior con cada una de las zonas (11, 12) de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha (4L, 4R).
- 30 14. La lente progresiva para gafas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la segunda potencia de refracción, en particular la segunda potencia de refracción media, representa una potencia de adición de más de 2,0 D y hasta 2,5 D a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, y las zonas (11, 12) de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha están separadas de la zona (10) de potencia media baja en la zona (7) de visión superior, donde un área en la cual la potencia de refracción media es mayor que la primera potencia de refracción, en particular la primera potencia de refracción media, más 0,125 D pero no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia de refracción media, más 0,5 D conecta la zona (10) de potencia media baja en la zona (7) de visión superior con al menos una de las zonas (11, 12) de potencia media baja en las zonas periféricas izquierda y derecha (4L, 4R).
- 35 15. La lente progresiva para gafas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y la reivindicación 4, caracterizada por que el astigmatismo superficial dentro del diámetro de 40 mm de la lente no excede de 5,5 D.
- 40 16. La lente progresiva para gafas según la reivindicación 15 y la reivindicación 11 o la reivindicación 12, caracterizada por que el astigmatismo superficial dentro del diámetro de 40 mm de la lente no excede de 3,5 D.
17. La lente progresiva para gafas según la reivindicación 15 y la reivindicación 13, caracterizada por que el astigmatismo superficial dentro del diámetro de 40 mm de la lente no excede de 4,5 D.
18. Un método para fabricar una lente progresiva para gafas que se adapta a un usuario específico por medio de una posición específica de uso, que comprende las etapas de:
- 45 – obtener o proporcionar la posición específica de uso para el usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,
- proporcionar una pieza elemental de lente,
- 50 – basándose en la posición específica de uso para el usuario, la potencia de refracción para la visión de lejos y la potencia de refracción para la visión de cerca, formar al menos una superficie de forma libre sobre la superficie frontal y/o sobre la superficie posterior de la pieza elemental de lente que define una zona (7) de visión superior con un punto (2A) de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de

refracción, en particular una primera potencia media de refracción, adaptada a la visión de lejos, una zona (5) de visión inferior con un punto (3A) de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia media de refracción, adaptada para la visión de cerca, un corredor (6) entre la zona (7) de visión superior y la zona (5) de visión inferior, una zona periférica izquierda (4L) y una zona periférica derecha (4R) que están separadas por el corredor (6) y la zona (5) de visión inferior, donde la superficie de forma libre se forma de manera que las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja estén presentes en la zona (7) de visión superior y al menos una de la zona periférica izquierda (4L) y de la zona periférica derecha (4R) donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede a la primera potencia de refracción, en particular a la primera potencia media de refracción, más 0,125 D en dichas zonas (10, 11, 12) de potencia media baja, y donde al menos dicha superficie de forma libre se forma de tal manera que las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas.

19. Un método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas que se adapte a un usuario específico mediante una posición específica de uso, que comprende las etapas de:

- obtener o proporcionar la posición específica de uso para el usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de lejos del usuario,
- obtener o proporcionar una potencia de refracción para la visión de cerca del usuario,
- basándose en la posición específica de uso para el usuario, la potencia de refracción para la visión de lejos y la potencia de refracción para la visión de cerca, proporcionar un diseño de la lente objetivo que define las propiedades de superficie u ópticas que se han de conseguir mediante la lente progresiva para gafas, y

– optimizar una superficie de forma libre que se ha de formar en una pieza elemental de lente, para minimizar la diferencia entre las propiedades de superficie de la superficie de forma libre o las propiedades ópticas logradas con la superficie de forma libre y las propiedades de superficie u ópticas definidas por el diseño de lente objetivo respectivamente, y donde el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que la optimización proporcione al menos una superficie optimizada de forma libre para una superficie frontal y/o una superficie posterior de la pieza elemental de la lente al menos cuya superficie optimizada de forma libre define una zona (7) de visión superior con un punto (2A) de referencia de lejos que proporciona en la posición específica de uso una primera potencia de refracción, en particular una primera potencia de refracción media, adaptada a la visión de lejos, una zona (5) de visión inferior con un punto (3A) de referencia de cerca que proporciona en la posición específica de uso una segunda potencia de refracción, en particular una segunda potencia de refracción media, adaptada a la visión de cerca, un corredor (6) entre la zona (7) de visión superior y la zona (5) de visión inferior, una zona periférica izquierda (4L) y una zona periférica derecha (4R) que están separadas por el corredor (6) y la zona (5) de visión inferior, donde se forma la superficie de forma libre optimizada de manera que las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja están presentes en la zona (7) de visión superior y al menos una de la zona periférica izquierda (4L) y de la zona periférica derecha (4R) donde, en la posición específica de uso, una potencia de refracción media experimentada por un usuario no excede de la primera potencia de refracción, en particular de la primera potencia de refracción media, más 0,125 D en dichas zonas (10, 11, 12) de potencia media baja, y donde el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas (10, 11, 12) de baja potencia media ocupan al menos el 40% del área del área de la lente progresiva para gafas.

20. El método implementado por ordenador según la reivindicación 19, en el que la distancia entre la zona (11) de potencia media baja en la zona periférica izquierda (4L) y la zona (12) de potencia media baja en la zona periférica derecha (4R) no es mayor de 25 mm.

21. El método implementado por ordenador según la reivindicación 19, en el que:

la lente progresiva para gafas es una lente progresiva para gafas redonda y el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja ocupan al menos el 40% del área de la lente progresiva para gafas que se encuentra dentro de un diámetro de 40 mm alrededor del centro geométrico de la lente progresiva para gafas redonda.

22. La lente progresiva para gafas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en la que las zonas (11, 12) de potencia media baja en la zona periférica izquierda (4L) y en la zona periférica derecha (4R) ocupan al menos el 10 % del área de la lente progresiva para gafas.

23. El método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas según la reivindicación 19 en el que el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas (11, 12) de potencia media baja en la zona periférica izquierda (4L) y en la zona periférica derecha (4R) ocupan al menos el 10% del área de la lente progresiva.

- 5 24. La lente progresiva para gafas según la reivindicación 1, en la que las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja ocupan tal área de la zona periférica izquierda (4L) y/o de la zona periférica derecha (4R) que, en la posición específica de uso, la respuesta de acomodación del usuario en relación con la respuesta habitual que el ojo exhibe con una lente de visión única de acuerdo con una prescripción de lejos no se altera durante las tareas de visión de cerca, pero se crea una imagen delante de o en la fovea, o al menos se minimiza el retardo de acomodación en la fovea.
- 10 25. El método implementado por ordenador para diseñar una lente progresiva para gafas según la reivindicación 19 en el que el diseño de la lente objetivo se elige de tal manera que después de la optimización de al menos dicha superficie de forma libre, las zonas (10, 11, 12) de potencia media baja ocupan un área de la zona periférica izquierda (4L) y/o de la zona periférica derecha (4R) que, en la posición específica de uso, la respuesta de acomodación del usuario en relación con la respuesta habitual que el ojo exhibe con una lente de visión única de acuerdo con una prescripción de lejos no se altera durante las tareas de visión de cerca, pero se crea una imagen delante de o en la fovea, o al menos se minimiza el retardo de acomodación en la fovea.
- 15 26. El método implementado por ordenador según la reivindicación 25, que comprende además las etapas de proporcionar una pieza elemental de lente y formar una lente progresiva para gafas con la superficie de forma libre optimizada fuera de la pieza elemental de la lente.

FIG 1

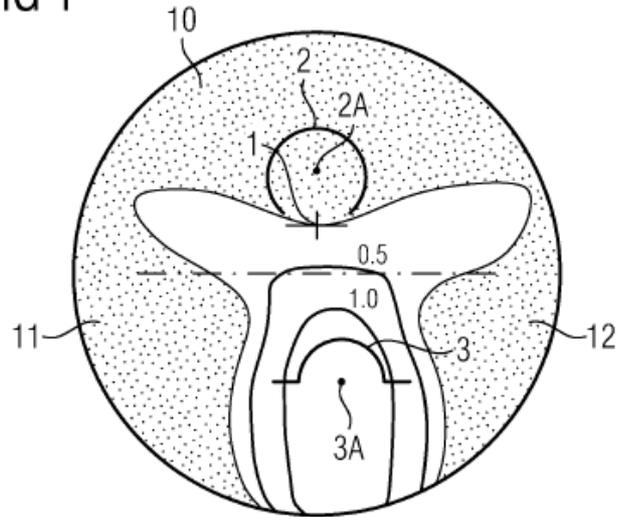


FIG 2

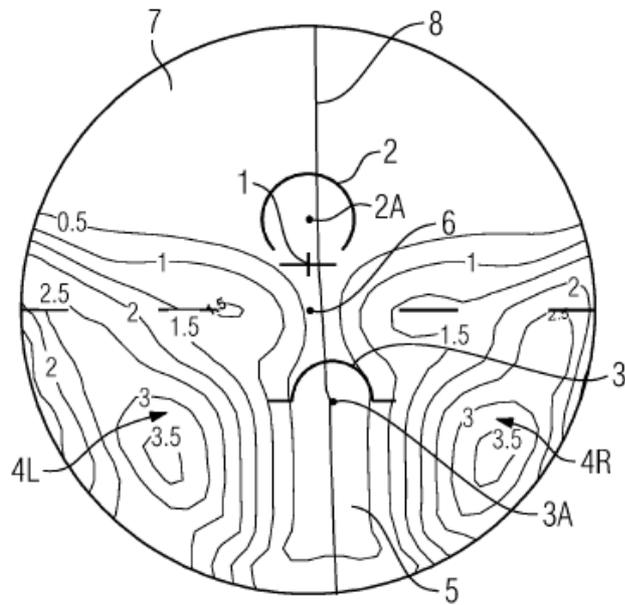


FIG 3

Potencia de Adición (D)
Óptica Media

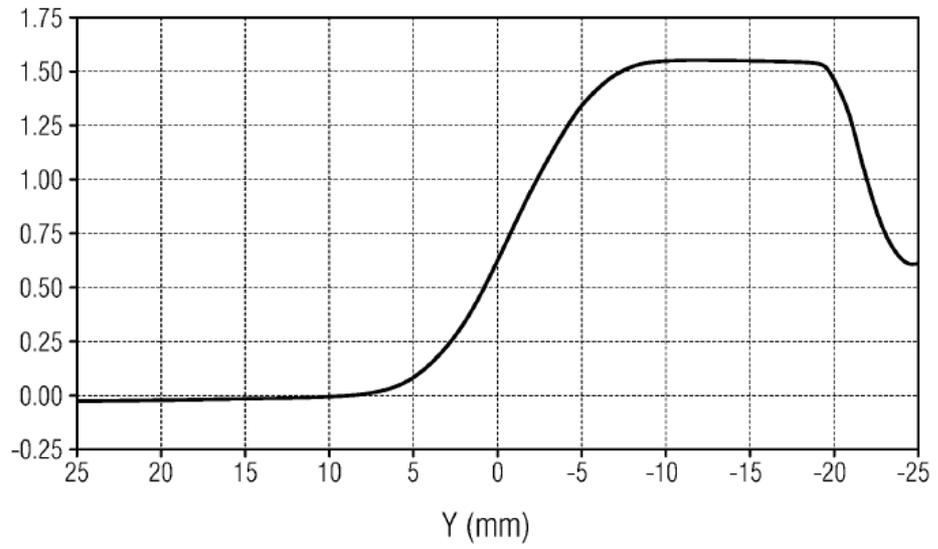


FIG 4

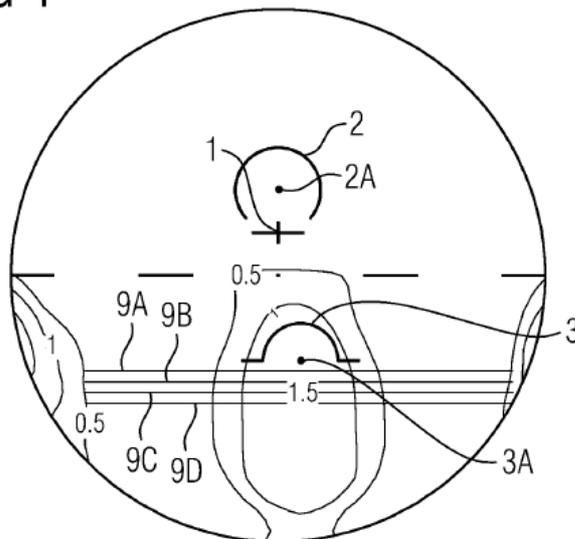


FIG 5

Potencia de Adición (D)
Media

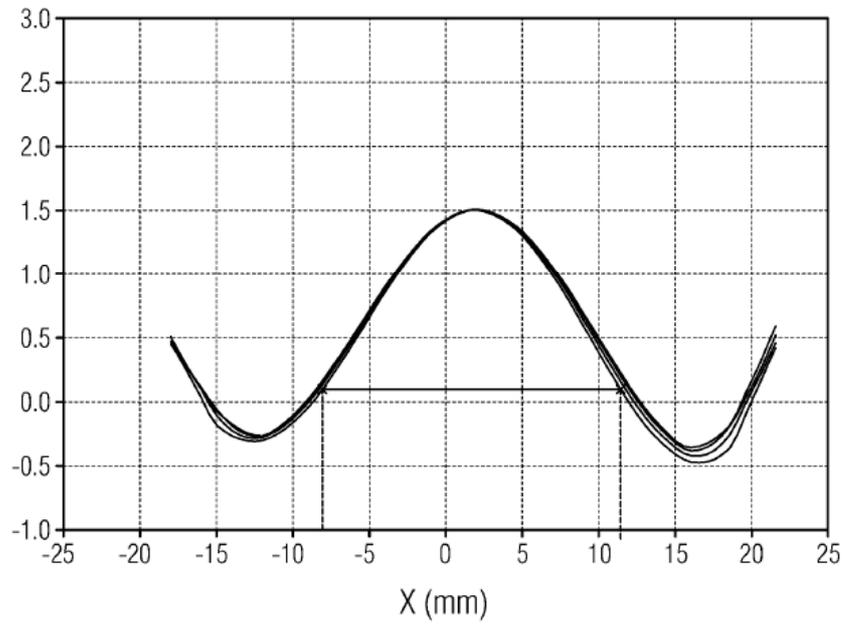


FIG 6

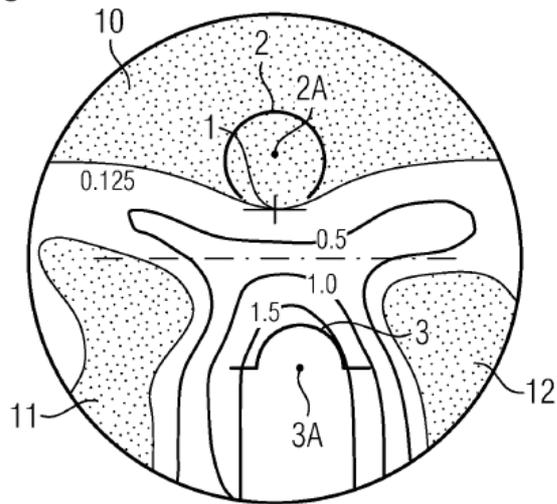


FIG 7

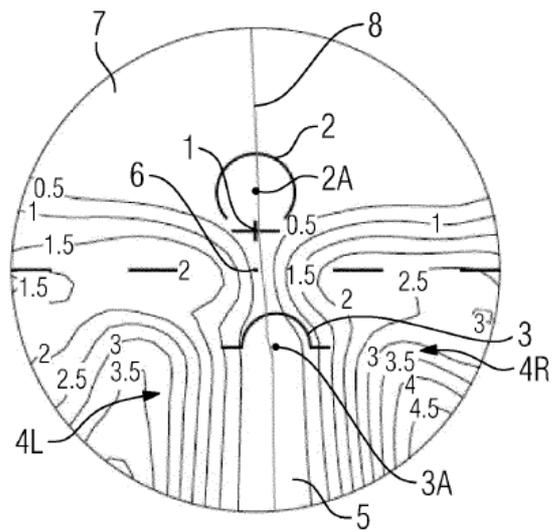


FIG 8

Potencia de Adición (D)
Óptica Media

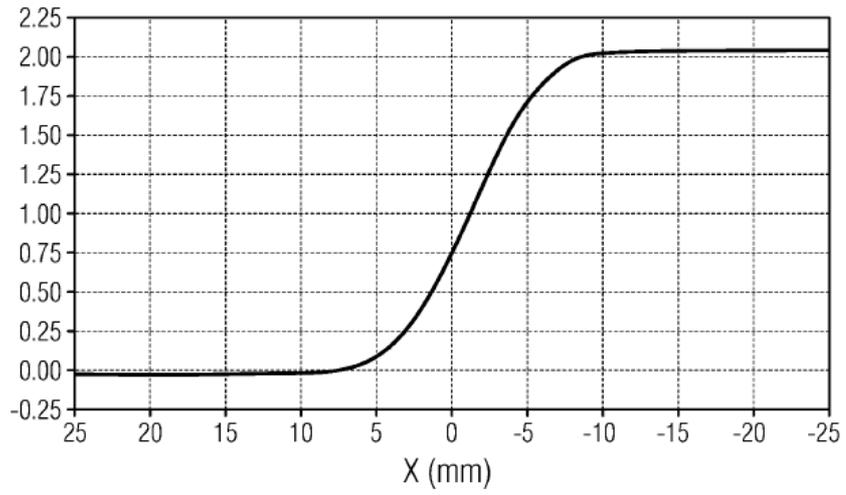


FIG 9

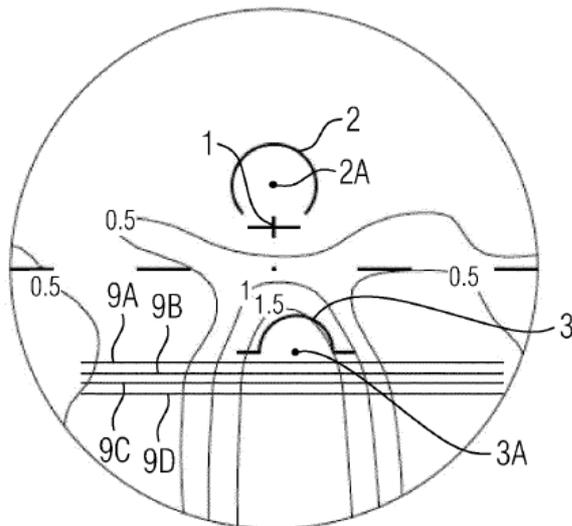


FIG 10

Potencia de Adición (D)
Media

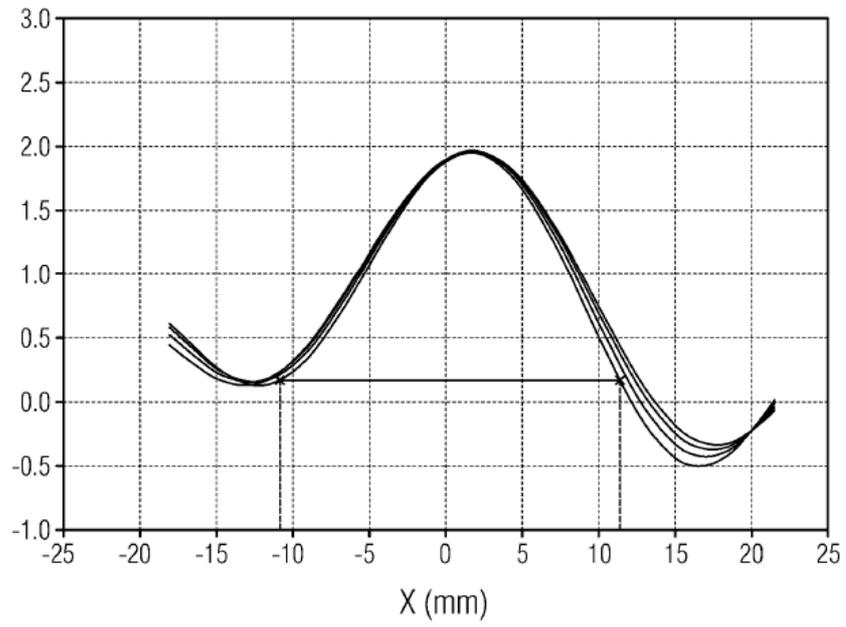


FIG 11

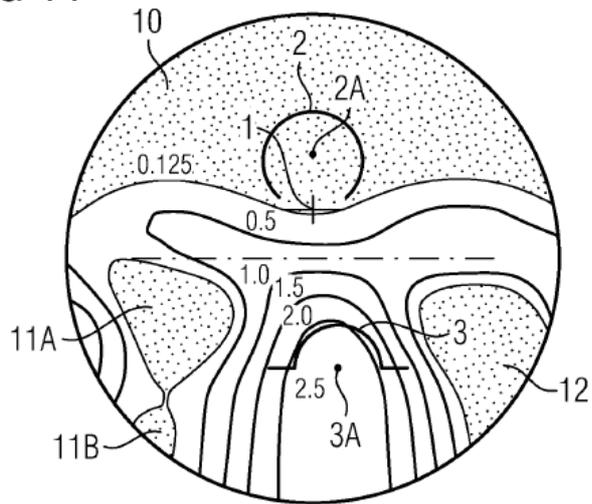


FIG 12

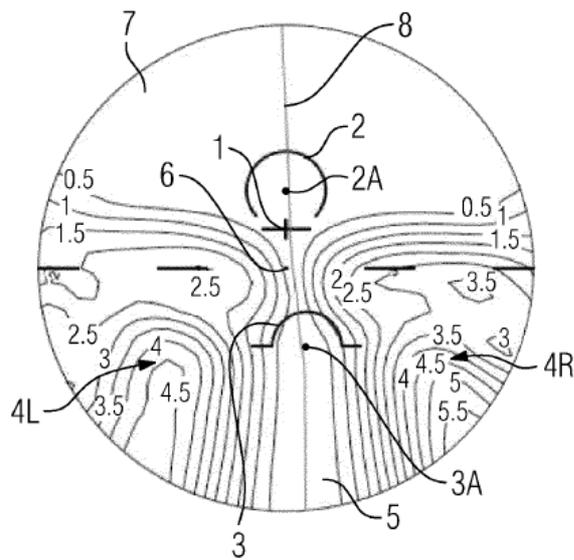


FIG 13

Potencia de Adición (D)
Óptica Media

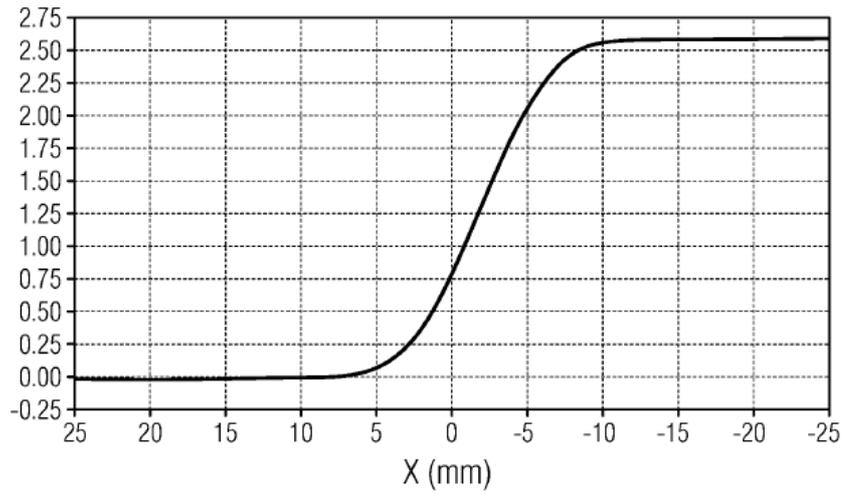


FIG 14

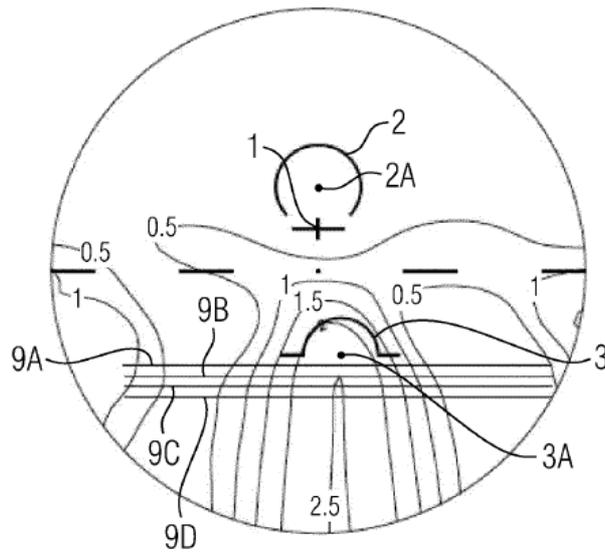


FIG 15

Potencia de Adición (D)
Media

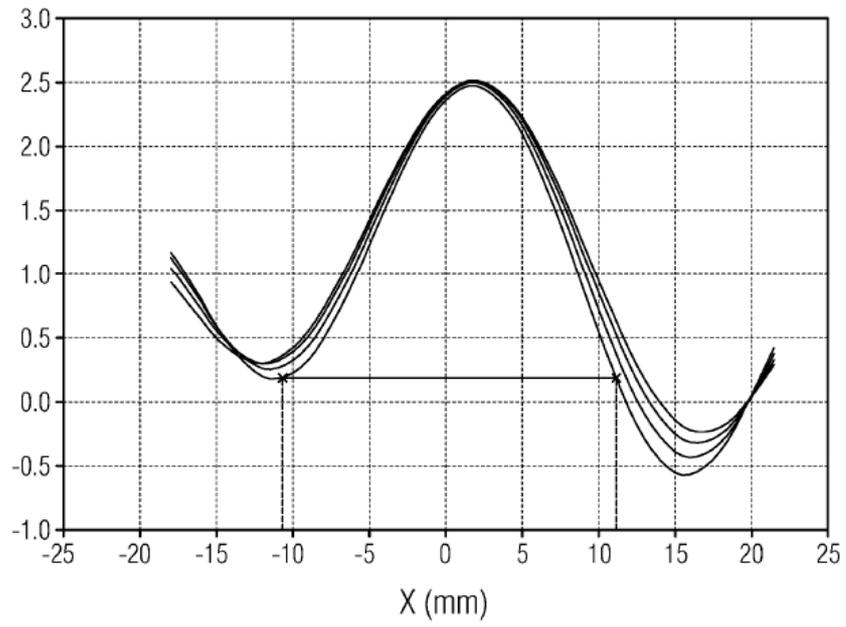


FIG 16

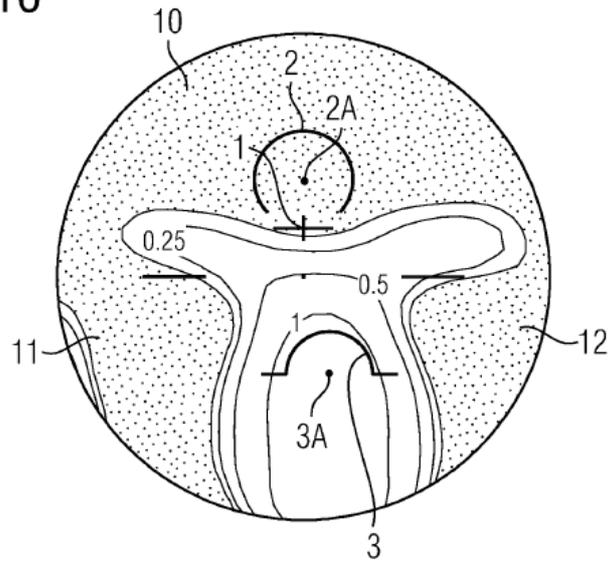


FIG 17

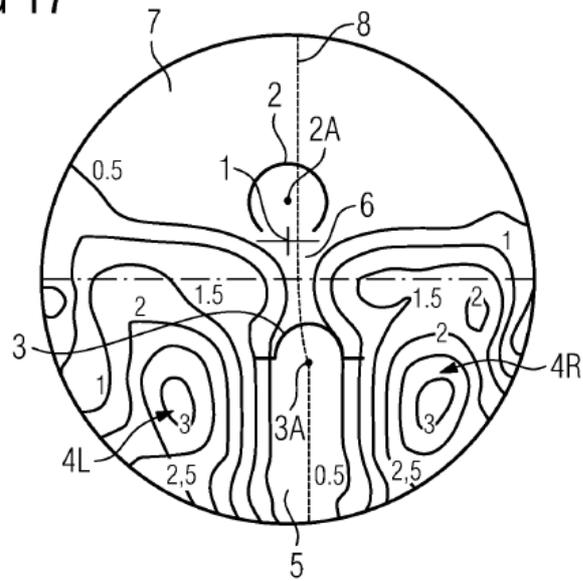


FIG 18

Potencia de Adición (D)
Óptica Media

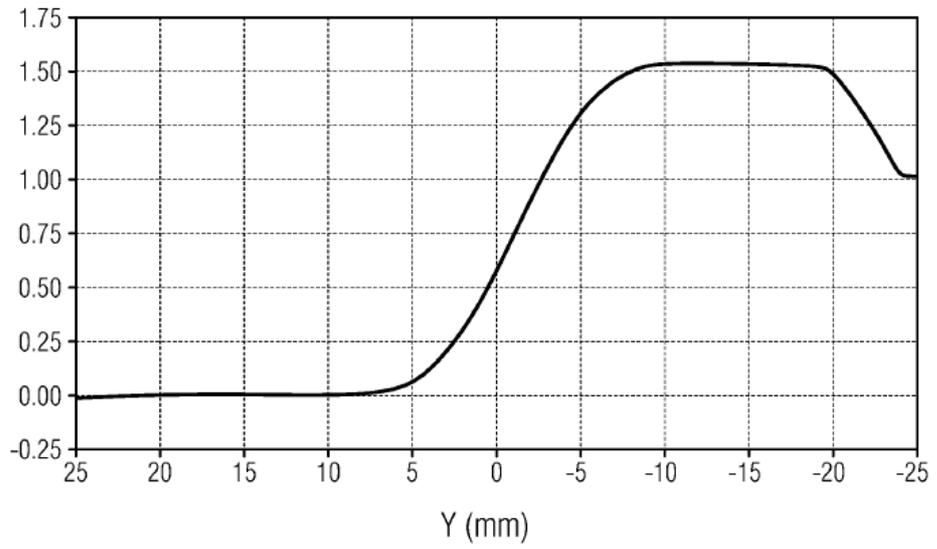


FIG 19

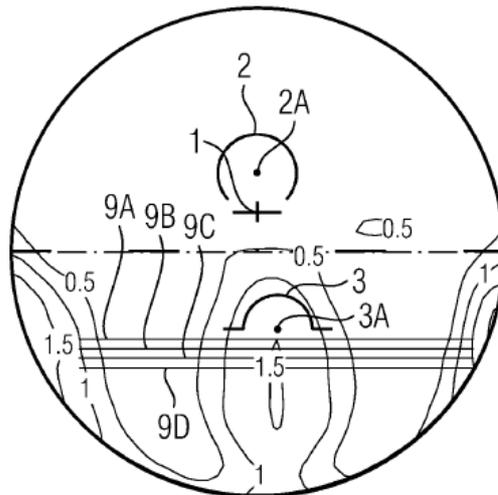


FIG 20

Potencia de Adición (D)
Media

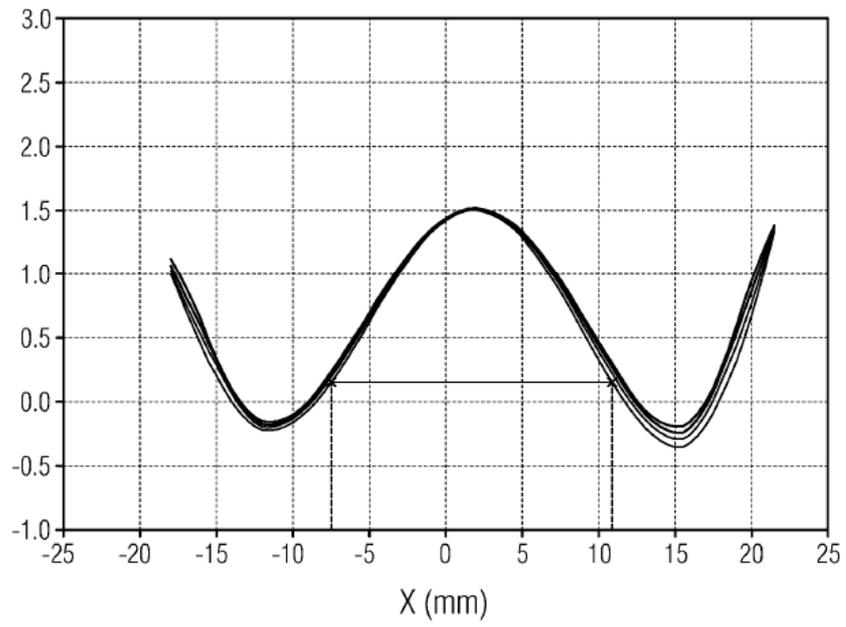


FIG 21

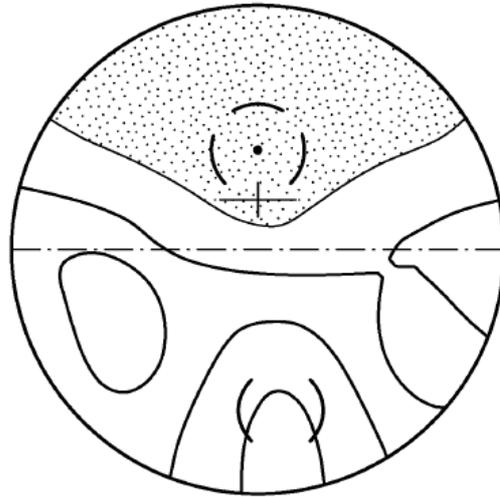


FIG 22

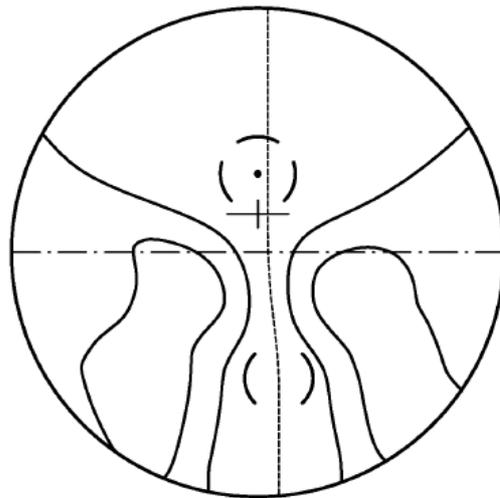


FIG 23

Potencia de Adición (D)
Óptica Media

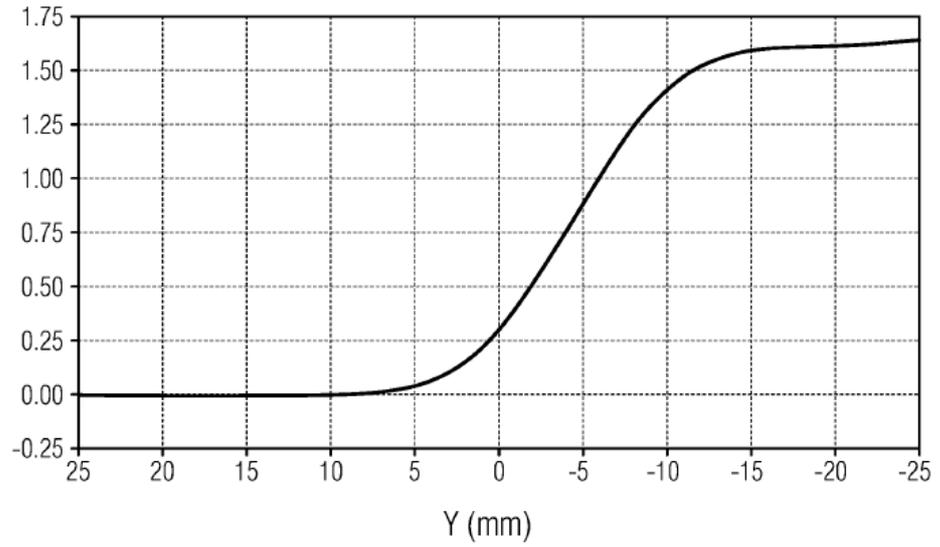


FIG 24

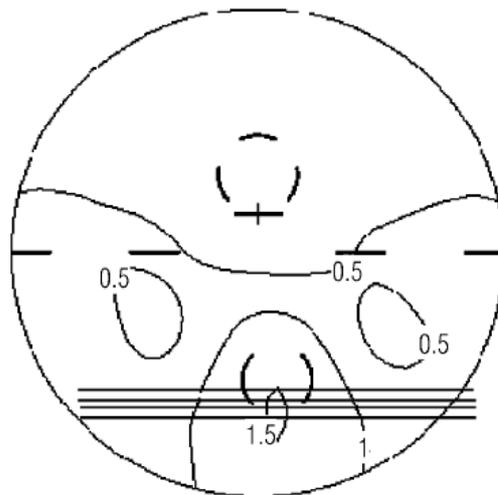


FIG 25

Potencia de Adición (D)
Media

