

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 722 823**

51 Int. Cl.:

G02C 7/04 (2006.01)

G02C 7/02 (2006.01)

G02C 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2008 PCT/AU2008/001568**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2009 WO09052570**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2008 E 08800172 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2212740**

54 Título: **Elemento de lente oftálmica**

30 Prioridad:

23.10.2007 AU 2007905800

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

19.08.2019

73 Titular/es:

**VISION CRC LIMITED (100.0%)
Level 4 Rupert Myers Building Gate 14 Barker
Street
Sydney, NSW 2052, AU**

72 Inventor/es:

VARNAS, SAULIUS RAYMOND

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 722 823 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

Elemento de lente oftálmica

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un par de gafas que comprenden elementos de lentes oftálmicas para retardar o detener la miopía, y procedimientos para diseñar dichos elementos de lentes.

Antecedentes de la invención

10 Para proporcionar una visión enfocada, un ojo debe ser capaz de enfocar la luz en la retina. La capacidad de un ojo para enfocar la luz en la retina depende, en gran medida, de la forma del globo ocular. Si un globo ocular es "demasiado largo" en relación con su distancia focal "en el eje" (es decir, la distancia focal a lo largo del eje óptico del ojo), o si la superficie exterior (es decir, la córnea) del ojo es demasiado curvo, el ojo no podrá enfocar correctamente los objetos a distancia en la retina. De manera similar, un globo ocular que es "demasiado corto" en relación con su distancia focal en el eje, o que tiene una superficie exterior que es demasiado plana, no podrá enfocar adecuadamente los objetos cerca de la retina.

15 Un ojo que enfoca objetos a distancia delante de la retina se denomina un ojo miope. La condición resultante se denomina miopía y normalmente se puede corregir con lentes monofocales adecuadas. Cuando se colocan en un usuario, las lentes monofocales convencionales corrigen la miopía asociada con la visión central. Lo que significa que las lentes monofocales convencionales corrigen la miopía asociada con la visión que utiliza la fóvea y la parafovea. La visión central a menudo se denomina visión foveal.

20 Aunque las lentes monofocales convencionales pueden corregir la miopía asociada con la visión central, una investigación reciente ha demostrado (revisada en RA Stone & DL Flitcroft (2004) Ocular Shape and Myopia, publicado en Annals Academy of Medicine, vol. 33, n.º 1, págs. 7-15) que las propiedades de la distancia focal fuera del eje del ojo, a menudo, difieren de las distancias focales axial y paraxial. En particular, los ojos miopes tienden a mostrar menos miopía en la zona periférica de la retina en comparación con su zona foveal. Esta diferencia puede deberse a un ojo miope que tiene una forma de cámara vítrea oblonga.

25 De hecho, un estudio reciente de los Estados Unidos (Mutti, D.O., Sholtz, R.I., Friedman, N.E., Zadnik, K. Peripheral refraction and ocular shape in children, Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2000; Vol. 41, págs. 1022-1030) observó que la media (\pm desviación estándar) relativa de las refracciones periféricas en los ojos miopes de los niños produjo $+0,80 \pm 1,29$ D de equivalente esférico.

30 De modo interesante, los estudios con polluelos y monos han indicado que un desenfoque solo en la retina periférica, con la fóvea clara, puede causar un alargamiento de la zona foveal (informes independientes de Josh Wallman y Earl Smith informan en la 10a Conferencia Internacional de Miopía, Cambridge, Reino Unido, 2004) y la miopía posterior.

35 Por otro lado, los estudios epidemiológicos han demostrado la presencia de correlación entre la miopía y el trabajo de cerca. Es bien sabido que la prevalencia de la miopía en la población con estudios es considerablemente mayor que la de los trabajadores sin formación. Se ha sospechado que la lectura prolongada causa una borrosidad hipermetrópica en la fóvea debido a una adaptación insuficiente. Esto ha llevado a muchos profesionales de la salud ocular a prescribir lentes progresivas o bifocales para los jóvenes que manifiestan una progresión de la miopía. Se han diseñado lentes progresivas especiales para su uso de niños (documento US 6,343,861). El beneficio terapéutico de estas lentes en ensayos clínicos ha demostrado ser estadísticamente significativo para retardar la progresión de la miopía, pero la significación médica parece ser limitada (p. ej., Gwiazda y col., 2003, Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., Vol.44, págs. 1492-1500).

40 Desafortunadamente, las lentes correctoras de miopía convencionales producen imágenes claras o desenfocadas anárquicamente en la zona periférica de la retina. Por lo tanto, las lentes oftálmicas existentes para corregir la miopía pueden no eliminar los estímulos para la progresión de la miopía.

45 La explicación de los antecedentes de la invención en la presente memoria se incluye para explicar el contexto de la invención. Esto no debe tomarse como una admisión de que cualquiera de los materiales mencionados fue publicado, conocido o parte del conocimiento general común antes de la fecha de prioridad de cualquiera de las reivindicaciones.

El documento WO2007041796 describe un elemento oftalmológico para corregir la miopía y los procedimientos para diseñar dicho elemento de lente. El elemento de lente oftálmica mejora simultáneamente el enfoque en la zona foveal y la zona periférica de la retina.

50 Según la presente invención, se proporciona un par de gafas que comprenden un elemento de lente oftálmica según la reivindicación 1, y un procedimiento para producir un elemento de lente oftálmica para un par de gafas según la reivindicación 11.

A modo de introducción, puede proporcionarse un elemento de lente oftálmica que proporciona una distribución de potencia y astigmatismo superficial que proporciona una visión foveal clara en una zona central y una zona periférica de potencia positiva (o "con signo más") relativa a la zona central. La zona periférica incluye zonas progresivas duales

que están ubicadas bilateralmente en un meridiano vertical del elemento de lente y se extienden radialmente hacia fuera desde la zona central. El elemento de lente proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona un astigmatismo superficial relativamente bajo en el meridiano horizontal del elemento de lente tanto en la zona central como en las zonas progresivas.

- 5 La distribución de la potencia con signo más relativa a lo largo de la zona periférica proporciona una corrección óptica para retardar o detener la miopía en un usuario. Preferiblemente, el elemento de lente proporciona una distribución de la potencia con signo más relativa que proporciona una corrección periférica, o "señal de terminación", en una zona de la periferia de la retina del usuario que está situada a lo largo de un meridiano horizontal del ojo. Es probable que un elemento de lente de este tipo sea eficaz para corregir los cambios hipermetrópicos que se producen en las proximidades del meridiano horizontal del ojo del usuario y, por lo tanto, para retardar o detener la miopía que puede resultar de dicho desplazamiento.

El astigmatismo superficial relativamente bajo en el meridiano horizontal del elemento de lente reduce preferiblemente el aumento del astigmatismo periférico que se produce en el ojo del usuario a lo largo del meridiano horizontal del ojo.

- 15 Las zonas progresivas son, típicamente, zonas rotacionalmente asimétricas que proporcionan, a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo del elemento de lente, un gradiente positivo en potencia en un intervalo definido por $r_a \leq r_x \leq r_b$ en el cual r_a y r_b son distancias radiales desde el centro óptico (OC) de la lente. Por lo tanto, el alcance radial de cada zona progresiva, a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo del elemento de lente, puede definirse como la diferencia entre r_a y r_b . Típicamente, r_a definirá el inicio de una zona progresiva a lo largo del semimeridiano horizontal y r_b definirá el extremo de la zona progresiva a lo largo del semimeridiano horizontal del elemento de lente. Hay que entender que aunque r_a y r_b denotan distancias radiales de cada zona progresiva relativa al centro óptico del elemento de lente, cada zona progresiva puede tener diferentes valores respectivos para r_a y r_b . Por lo tanto, no es esencial que las zonas progresivas estén dispuestas simétricamente alrededor del meridiano vertical, relativas entre sí.

- 25 Por lo tanto, un ejemplo de la presente descripción proporciona un elemento de lente oftálmica, que incluye una superficie delantera y una superficie trasera, al menos una de las superficies que incluye un meridiano horizontal y un meridiano vertical, el elemento de lente que incluye:

una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una primera potencia para proporcionar una visión foveal clara a un usuario; y

- 30 una zona periférica de potencia positiva relativa a la primera potencia, la zona periférica que incluye zonas progresivas duales ubicadas bilateralmente en el meridiano vertical y que se extiende radialmente hacia fuera desde la zona central;

en el que el elemento de lente proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, en el meridiano horizontal, un astigmatismo superficial relativamente bajo en la zona central y las zonas progresivas.

- 35 Preferiblemente, y según se ha descrito anteriormente, cada zona progresiva proporciona un perfil de potencia media a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo del elemento de lente que proporciona un gradiente de potencia positivo en un intervalo definido por $r_a \leq r_x \leq r_b$ en el cual r_a y r_b son distancias radiales a lo largo de cada semimeridiano horizontal desde el centro óptico del elemento de lente. En otras palabras, r_a se asocia con el alcance radial interior (o mínima) de una zona periférica respectiva, y r_b está asociada con un alcance radial exterior (o máxima) de una zona periférica respectiva.

- 40 La zona de visión foveal de la zona central será típicamente una zona que sea adecuada para las tareas de visión en el eje de un usuario y, por lo tanto, típicamente será una zona óptica que sea adecuada para la visualización "en línea recta" o para la vista sustancialmente "en línea recta". Por lo tanto, la zona de visión foveal se colocará típicamente en una parte del elemento de lente que probablemente se usará para la visión en el eje.

- 45 La primera potencia puede ser una potencia prescrita que se corresponde con una corrección óptica requerida para proporcionar al usuario una visión foveal clara para una tarea o actividad de visualización en particular, que puede incluir, por ejemplo, una actividad de visualización normal, como una actividad de visualización o lectura a distancia.

- 50 El valor de la potencia en la zona de visión foveal se seleccionará típicamente para proporcionar una corrección óptica que está basada en los requisitos de visión del usuario. Por ejemplo, para un usuario con miopía foveal, la zona de visión foveal puede proporcionar una potencia prescrita que proporciona una corrección de potencia negativa (o "con signo menos"). De forma alternativa, para un usuario con visión foveal clara sin ayuda (es decir, un emélope), pero que puede tener una predisposición (tal como una predisposición genética o étnica) a la miopía, no se requiere una corrección óptica en la zona de visión foveal en cuyo caso las superficies delantera y trasera de la zona de visión foveal puedan formar una lente plana. De forma alternativa, para un usuario con hipermetropía foveal, la zona de visión foveal puede proporcionar una potencia prescrita que proporciona una corrección de potencia positiva (o "con signo más"). Finalmente, para un usuario con presbicia, la primera potencia puede ser una potencia prescrita que se corresponde con una corrección óptica requerida para proporcionar al usuario una visión clara o una visión cercana.

- 55 La superficie de la lente, incluida la zona de visión foveal del elemento de lente oftálmica, puede diseñarse para ser

utilizada con unas potencias prescritas con signo más o menos relativamente bajas. Por ejemplo, se puede usar una curva base en el intervalo de 0,50 D a 5,00 D. Sin embargo, en algunos ejemplos, una curva base de más de, aproximadamente, 8,00 D puede ser adecuada. Por ejemplo, una curva base más alta (que es una curva base de más de aproximadamente 8,00 D) puede proporcionar un perfil de potencia de potencia media periférica que proporciona, en un ojo estático (es decir, un ojo que mira "en línea recta") una reducción de desplazamiento hipermetrópico en la zona periférica de la retina del usuario para los rayos periféricos que entran en el ojo del usuario en ángulos oblicuos en comparación con los ejemplos descritos previamente. Además, un elemento de lente con una curva base relativamente alta también puede ser adecuado para el uso con monturas altamente curvas (por ejemplo, monturas "envolventes") y, por lo tanto, mejorar el área de la retina periférica expuesta a las imágenes formadas por el elemento de lente. La curva base relativamente más alta adecuada para un usuario puede determinarse utilizando técnicas estáticas de trazado de rayos oculares que serían bien conocidas para un experto en la materia.

Según se ha explicado previamente, la primera potencia (o la potencia de refracción) de la zona de visión foveal del elemento de lente puede variar según los requisitos del usuario, y puede estar en el intervalo de, por ejemplo, plano a -4,00 D.

En un ejemplo de la presente descripción, la zona central está conformada para extenderse hacia abajo de modo que la zona de visión foveal proporciona una zona de visión foveal clara, al menos para un alcance de declinación ocular, que está alineada con el ojo de un usuario en ese alcance de declinación. Un ejemplo que incluye una zona central que tiene una zona de visión foveal que se extiende hacia abajo puede reducir la necesidad de que el usuario incline su cabeza durante las tareas de visión cercana, como la lectura y, por lo tanto, puede hacer que la lente sea más cómoda de llevar puesta.

En un ejemplo, la distribución de potencia de las zonas progresivas duales contribuye a una corrección óptica para corregir la visión periférica sustancialmente a lo largo del meridiano horizontal del ojo, cuando el usuario ve objetos a través de la zona de visión foveal de la zona central. En un ejemplo de este tipo y, en el momento de su utilización, la distribución de potencia de las zonas progresivas duales puede proporcionar un estímulo para retardar o detener la miopía en forma de una "señal de terminación" al crecimiento no deseado del ojo que retrasa o detiene la progresión de la miopía.

Por lo tanto, un ejemplo de la presente descripción proporciona un elemento de lente oftálmica que proporciona correcciones ópticas adecuadas para los requisitos de visión en el eje de un usuario, al mismo tiempo que proporciona una señal de terminación para retrasar o detener la miopía que, de otro modo, podría haber resultado de la constante exposición de un ojo a la borrosidad hipermetrópica en la retina periférica a lo largo del meridiano horizontal del ojo.

En un ejemplo, la "señal de terminación" puede compensar un plano focal variable del ojo del usuario para eliminar la mayor parte de la borrosidad hipermetrópica de la zona periférica de la retina ubicada sustancialmente a lo largo del meridiano horizontal del ojo, para una posición principal de la visión foveal del ojo. Se espera que la distribución de la potencia positiva en toda la zona periférica de un elemento de lente oftálmica según un ejemplo de la presente invención proporcione una corrección óptica que proporcione la señal de terminación para el crecimiento ocular no deseado, lo que conduce a un retraso o detención de la miopía.

Las superficies delantera y trasera del elemento de lente pueden estar conformadas para proporcionar contornos adecuados de potencia de refracción en la zona central y la zona periférica.

La superficie delantera y la superficie trasera del elemento de lente pueden tener cualquier forma adecuada. En un ejemplo, la superficie delantera es una superficie esférica y la superficie trasera es esférica o tórica.

En otro ejemplo, la superficie delantera es una superficie esférica y la superficie trasera es esférica.

En otro ejemplo, las superficies delantera y trasera son esféricas. Se apreciará que una superficie esférica puede incluir, por ejemplo, una superficie tórica.

Según ya se ha explicado, la primera potencia y la potencia periférica (es decir, la potencia media positiva de las zonas progresivas en la zona periférica) se corresponderán típicamente con los diferentes requisitos de corrección óptica del usuario. En particular, la primera potencia se corresponderá con una corrección óptica en el eje, o paraxial, requerida para proporcionar una visión clara (es decir, una visión foveal) en las tareas de visión a distancia del usuario, mientras que la potencia periférica proporcionará una corrección óptica fuera del eje al ver objetos a distancia a través de la zona de visión foveal.

La potencia positiva máxima (o "de signo más") de las zonas progresivas a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo del elemento de lente se especificará, típicamente, como un valor único de la potencia superficial y, normalmente, en términos de una potencia media positiva en un alcance radial en particular a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo desde el centro óptico (OC) del elemento de lente. A este respecto, la potencia con signo más máxima se producirá típicamente en el alcance radial exterior de la zona progresiva, r_b .

La potencia con signo más positiva y, de hecho, la distribución de la potencia con signo más, en las zonas progresivas a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo (por ejemplo, el gradiente de potencia con signo más en las zonas

progresivas, o el alcance radial de las zonas progresivas, a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo) puede seleccionarse en función de los requisitos de corrección óptica expresados en términos de mediciones clínicas que caracterizan los requisitos de corrección periférica del usuario a lo largo del meridiano horizontal del ojo del usuario, es decir, la corrección óptica requerida para corregir la visión periférica del usuario a lo largo del meridiano horizontal. Se puede utilizar cualquier técnica adecuada para obtener esos requisitos, incluidos, entre otros, datos de Rx periféricos o datos de ultrasonido A-Scan. Dichos datos pueden obtenerse mediante el uso de dispositivos que son conocidos en la técnica, tales como un autorrefractor de campo abierto (por ejemplo, un autorrefractor de campo abierto de Shin-Nippon).

Según se ha explicado anteriormente, la zona periférica es una zona de potencia positiva (o "con signo más") relativa a la primera potencia y, por lo tanto, proporciona "una corrección de potencia con signo más". La potencia con signo más puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,50 D a 3,00 D relativa a la primera potencia en el centro óptico del elemento de lente. Sin embargo, una potencia con signo más en el intervalo de aproximadamente 1,00 D a 2,00 D también puede ser adecuada. De este modo, y como apreciará un lector experto, la potencia con signo más puede no limitarse a las zonas progresivas duales y, en algunos ejemplos, la zona periférica proporciona una zona de potencia con signo más, relativa a la potencia de la zona central, que rodea por completo la zona central. Sin embargo, se prefiere que solo se seleccione el valor y la distribución de la potencia con signo más en las zonas progresivas para proporcionar una corrección periférica deseada en un usuario. Además, también se prefiere que las zonas progresivas proporcionen una distribución de astigmatismo relativamente bajo que se extienda a lo largo del meridiano horizontal del elemento de lente. Por lo tanto, no solo cada zona progresiva proporcionará una corrección periférica deseada, sino que también proporcionará una zona de astigmatismo superficial relativamente baja ubicada a lo largo del semimeridiano horizontal respectivo.

En términos de los alcances radiales r_a y r_b , en un ejemplo, y para cada zona progresiva, r_a se puede corresponder con la intersección del límite de la zona central con el semimeridiano horizontal respectivo. El límite se definirá típicamente en términos de un aumento de potencia, tal como un contorno que representa un aumento de 0,25 D en la potencia superficial media relativa a la potencia superficial media en el centro óptico (OC) del elemento de lente.

En otras palabras, el radial r_a puede tener un alcance que se corresponda con la distancia, desde el centro óptico (OC), en el cual intersecan el límite de la zona de visión foveal, tal como se define por un aumento de 0,25 en la potencia media, y un semimeridiano horizontal respectivo del elemento de lente. Así, para cada zona progresiva, r_a puede tener un alcance que se corresponda con el inicio de la zona progresiva a lo largo del semimeridiano horizontal respectivo. Por otro lado, en cada zona progresiva, el alcance radial r_b puede corresponderse con la distancia desde el centro óptico (OC) en el cual un contorno de un aumento de potencia media predefinida interseca con un semimeridiano horizontal respectivo del elemento de lente.

En un ejemplo, la diferencia entre r_a y r_b no puede ser inferior a sustancialmente 12 mm. Por ejemplo, en un ejemplo, el intervalo definido por $r_a \leq r_x \leq r_b$ es sustancialmente $8 \text{ mm} \leq r_x \leq 22 \text{ mm}$. Como se apreciará, un intervalo definido por $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporcionará, cuando una lente fabricada a partir del elemento de lente se ajusta al usuario de una lente, un ángulo de campo asociado que representa un campo de visión a través del cual el usuario puede fijarse en objetos al mismo tiempo que ve a través de la zona central del elemento de lente. Por ejemplo, el intervalo definido por $8 \text{ mm} \leq r_x \leq 20 \text{ mm}$ se puede corresponder con un ángulo de campo de, sustancialmente, entre 25° y 50° a una distancia de vértice de, sustancialmente, 12 mm. Como se apreciará, el ángulo de campo real variará un poco según la posición de desgaste de una lente.

En un ejemplo, el gradiente positivo en una potencia con signo más en el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de potencia media positivo de al menos 1,00 D en la distancia radial (r_b) de, sustancialmente, 22 mm desde el centro óptico relativo a la potencia de refracción en el centro óptico.

En otro ejemplo, el gradiente positivo en una potencia con signo más en el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de potencia media positivo de al menos 1,50 D en la distancia radial (r_b) de, sustancialmente, 22 mm desde el OC relativo a la potencia de refracción en el centro óptico.

Aún en otro ejemplo, el gradiente positivo en una potencia con signo más en el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de potencia media positivo de al menos 2,00 D en la distancia radial (r_b) de, sustancialmente, 22 mm desde el OC relativo a la potencia de refracción en el centro óptico.

Aún en otro ejemplo, el gradiente positivo en una potencia con signo más en el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de potencia media positivo de al menos 2,50 D en la distancia radial (r_b) de, sustancialmente, 22 mm desde el OC relativo a la potencia de refracción en el centro óptico.

Aún en otro ejemplo, el gradiente positivo en una potencia con signo más en el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de potencia media positivo de al menos 3,00 D en la distancia radial (r_b) de, sustancialmente, 22 mm desde el OC relativo a la potencia de refracción en el centro óptico.

En un ejemplo, la zona de visión foveal puede estar conformada y/o dimensionada para proporcionar una corrección óptica requerida en un intervalo de rotaciones oculares para tareas de visión a distancia. En otras palabras, la zona de visión foveal puede estar conformada y/o dimensionada para satisfacer los requisitos de visión del usuario a lo

- largo de un intervalo angular de rotaciones oculares. Por ejemplo, en un ejemplo, la zona central se extiende hacia abajo para proporcionar una forma y/o tamaño que proporciona una zona de astigmatismo superficial baja en un intervalo de rotaciones oculares para las tareas de visión cercana del usuario. En otras palabras, la zona central puede tener una forma y/o un tamaño para satisfacer, por ejemplo, los requisitos de visión cercana de un usuario a lo largo de un intervalo angular de rotaciones oculares.
- 5
- Un elemento de lente oftálmica según un ejemplo de la presente descripción puede formularse a partir de cualquier material adecuado. En un ejemplo, se puede usar un material polimérico. El material polimérico puede ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo, puede incluir un material termoplástico o termoendurecible. Se puede usar un material del tipo carbonato de dialilglicol, por ejemplo CR-39 (PPG Industries).
- 10 El artículo polimérico puede estar formado a partir de composiciones moldeadas de polímero reticulado, por ejemplo, tal como se describe en la patente de EE.UU. n.º 4.912.155, la solicitud de patente de los EE. UU. Ser. n.º 07/781,392, solicitudes de patente de Australia 50581/93, 50582/93, 81216/87, 74160/91 y la memoria descriptiva de patente europea 453159A2. El material polimérico puede incluir un colorante, preferiblemente un colorante fotocromático, que puede, por ejemplo, añadirse a la formulación de monómero usada para producir el material polimérico.
- 15 Un elemento de lente oftálmica según un ejemplo de la presente descripción puede incluir además recubrimientos adicionales estándar en la superficie delantera o posterior, incluidos recubrimientos electrocromáticos.
- La superficie de la lente delantera puede incluir un revestimiento antirreflectante (AR), por ejemplo del tipo descrito en la patente de EE.UU. n.º 5,704,692.
- 20 La superficie de la lente delantera puede incluir un revestimiento resistente a la abrasión, por ejemplo del tipo descrito en la patente de EE.UU. n.º 4,954,591.
- Las superficies delantera y trasera pueden incluir además una o más adiciones usadas convencionalmente en composiciones moldeadas tales como inhibidores, colorantes que incluyen colorantes termocromáticos y fotocromáticos, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, agentes polarizantes, estabilizadores UV y materiales capaces de modificar el índice de refracción.
- 25 Un ejemplo de la presente descripción también proporciona un elemento de lente oftálmica que incluye una superficie de lente que tiene:
- un meridiano horizontal y un meridiano vertical;
- una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una potencia superficial para conseguir una potencia de refracción que proporciona una visión foveal clara en un usuario; y
- 30 una zona periférica de potencia media positiva en la superficie relativa a la potencia superficial de la zona central, la zona periférica que incluye zonas progresivas duales ubicadas bilateralmente en el meridiano vertical y se extiende radialmente hacia fuera a lo largo del meridiano horizontal desde la zona central, cada zona progresiva que proporciona un aumento de la potencia superficial media a partir de la potencia superficial de la zona central;
- 35 en el que la superficie de lente proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, a lo largo del meridiano horizontal, un astigmatismo superficial relativamente bajo en la zona central y las zonas progresivas.
- Otro ejemplo de la presente descripción también proporciona un procedimiento para dispensar o diseñar un elemento de lente oftálmica para retardar o detener la miopía, el procedimiento incluye:
- obtener, para el usuario:
- 40 un primer valor requerido de corrección óptica en una zona de visión foveal para proporcionar visión foveal en las tareas de visualización en el eje; y
- un segundo valor requerido de corrección óptica para proporcionar un estímulo que retarda o detiene la miopía en una zona periférica del ojo del usuario ubicada en un meridiano horizontal del ojo;
- 45 seleccionar o diseñar un elemento de lente oftálmica según los valores de corrección óptica, el elemento de lente oftálmica que tiene una superficie delantera y una superficie trasera, al menos una de las superficies que incluye un meridiano horizontal y un meridiano vertical, el elemento de lente que incluye:
- una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una primera potencia correspondiente al primer valor requerido; y
- 50 una zona periférica de potencia positiva relativa a la primera potencia, la zona periférica que incluye zonas progresivas duales ubicadas bilateralmente en el meridiano vertical y que se extiende radialmente hacia fuera desde la zona central, la zona progresiva que proporciona un valor o distribución de la potencia con signo más según el segundo valor requerido;

en el que el elemento de lente proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, en el meridiano horizontal, un astigmatismo superficial relativamente bajo en la zona central y las zonas progresivas.

En un ejemplo, un procedimiento según la presente descripción puede incluir además:

determinar el movimiento de la cabeza y/o las características del movimiento ocular del usuario; y

- 5 dimensionar la zona de visión foveal según el movimiento de la cabeza y las características del movimiento ocular del usuario.

De manera ideal, la zona central se dimensionará para satisfacer una visión foveal clara en un intervalo angular de rotaciones oculares que englobe la visión a distancia del usuario y los requisitos de visión cercana.

- 10 Un procedimiento según un ejemplo de la presente descripción puede realizarse mediante un sistema de procesamiento que incluye software y hardware informático adecuados. Por lo tanto, la presente invención también proporciona un sistema de procesamiento para dispensar o diseñar un elemento de lente oftálmica para retardar o detener la miopía en el ojo del usuario, el sistema incluye:

un medio de entrada para obtener, para el usuario:

un primer valor requerido de corrección óptica para la visión foveal en las tareas de visualización en el eje; y

- 15 un segundo valor requerido de corrección óptica para proporcionar un estímulo que retarda o detiene la miopía en una zona periférica del ojo del usuario ubicada a lo largo del meridiano horizontal del ojo del usuario;

- 20 un medio de procesamiento para procesar los valores de corrección óptica para seleccionar o diseñar un elemento de lente oftálmica según los valores de corrección óptica, el elemento de lente oftálmica que tiene una superficie delantera y una superficie trasera, al menos una de las superficies que incluye un meridiano horizontal y un meridiano vertical, el elemento de lente que incluye:

una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una primera potencia correspondiente al primer valor requerido; y

- 25 una zona periférica de potencia positiva relativa a la primera potencia, la zona periférica que incluye zonas progresivas duales ubicadas bilateralmente en el meridiano vertical y que se extiende radialmente hacia fuera desde la zona central, la zona progresiva que proporciona un valor o distribución de la potencia con signo más según el segundo valor requerido;

en el que el elemento de lente proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, en el meridiano horizontal, un astigmatismo superficial relativamente bajo en la zona central y las zonas progresivas.

En un ejemplo, un sistema según la presente invención incluye además:

- 30 medio de entrada para aceptar u obtener el movimiento de la cabeza y las características del movimiento ocular del usuario; y

medio de procesamiento para modificar el tamaño y/o la forma de la zona de visión foveal según el movimiento de la cabeza y las características del movimiento ocular del usuario.

- 35 La presente invención también proporciona un procedimiento para retardar o detener la miopía, el procedimiento que incluye proporcionar, a un usuario, gafas con un par de elementos de lentes oftálmicas, cada lente oftálmica es para un ojo respectivo del usuario y tiene una superficie delantera y una superficie trasera, al menos una de las superficies que incluye un meridiano horizontal y un meridiano vertical, el elemento de lente que incluye:

una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una primera potencia para proporcionar una visión foveal clara a un usuario; y

- 40 una zona periférica de potencia positiva relativa a la primera potencia, la zona periférica que incluye zonas progresivas duales ubicadas bilateralmente en el meridiano vertical y que se extiende radialmente hacia fuera desde la zona central;

en el que el elemento de lente proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, en el meridiano horizontal, un astigmatismo superficial relativamente bajo en la zona central y las zonas progresivas.

- 45 Otro ejemplo de un elemento de lente según la presente descripción proporciona un elemento de lente oftálmica que tiene una zona periférica que proporciona, en zonas progresivas ubicadas bilateralmente, una potencia media positiva (es decir, "una corrección de potencia con signo más") relativa a la zona de visión foveal de la zona central. Sin embargo, puesto que la potencia de refracción positiva no se puede adaptar, provocará una borrosidad en la fovea de la retina cuando el ojo gire para ver objetos en la periferia del campo de visión original. Para corregir esto, el ejemplo
50 del elemento de lente oftálmica proporciona una zona central que incluye una zona de visión foveal que está

dimensionada para proporcionar una potencia prescrita sobre un área que se corresponde con las rotaciones oculares típicas del usuario para tareas de visión, al mismo tiempo que también proporciona una zona dimensionada adecuadamente para proporcionar una corrección periférica adecuada.

5 Por lo tanto, un ejemplo puede proporcionar una corrección foveal correcta, no solo para los requisitos de visión en el eje, sino también en un área que representa el alcance de las rotaciones oculares típicas antes de que se involucre la rotación de la cabeza.

10 El nivel de la corrección de la potencia positiva requerida por el usuario variará, dada la gran dispersión en las refracciones periféricas miopes encontradas por Mutti y col. (2000). Por lo tanto, en un ejemplo de serie de la presente descripción, se puede proporcionar un número de asferizaciones periféricas con el intervalo de correcciones de potencia con signo más.

Antes de pasar a una descripción de un ejemplo de la presente invención, debe haber un poco de explicación del vocabulario utilizado anteriormente y en toda la memoria descriptiva.

15 Por ejemplo, la referencia en esta memoria descriptiva al término "elemento de lente" es una referencia a todas las formas de cuerpos ópticos refractivos individuales empleados en las técnicas oftálmicas, incluidas entre otros, lentes (incluidas lentes de contacto y gafas), obleas de lentes y lentes en bruto semiacabadas que requieren un acabado adicional para la prescripción de un paciente en particular. Por lo tanto, la presente invención también proporciona una lente en bruto de lente oftálmica semiacabada que incluye una primera superficie que tiene:

un meridiano horizontal y un meridiano vertical;

20 una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una potencia superficial para conseguir una potencia de refracción que proporciona una visión foveal clara en un usuario; y

una primera zona progresiva ubicada nasalmente en la zona central y una segunda zona progresiva ubicada temporalmente en la zona central, cada zona progresiva que se extiende radialmente hacia fuera desde la zona central para proporcionar un aumento gradual en la potencia superficial media a lo largo del meridiano horizontal;

25 en el que la superficie proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, a lo largo del meridiano horizontal, un astigmatismo superficial relativamente bajo en la zona central y las zonas progresivas.

En algunos ejemplos, un elemento de lente acabada puede formarse para un usuario, a partir de la lente en bruto semiacabada, la lente acabada proporciona una segunda superficie que se combina ópticamente con la primera superficie de modo que cuando el usuario la lleva, el elemento de lente acabada coloca el plano focal tangencial y plano focal sagital en o delante de la retina del usuario a lo largo del meridiano horizontal del ojo.

30 Con respecto a las referencias "meridiano horizontal", dichas referencias denotan una línea imaginaria que se extiende horizontalmente desde el lado izquierdo del elemento de lente al lado derecho del elemento de lente, a través del centro óptico de la lente. Las referencias al término "semimeridiano horizontal" denotan una línea imaginaria que se extiende hacia fuera desde el centro geométrico de la lente, a lo largo del meridiano horizontal y que termina en un perímetro exterior del elemento de lente.

35 Además, con respecto a las referencias al término "astigmatismo superficial", dichas referencias deben entenderse como una referencia a una medida del grado en que la curvatura de la lente varía entre los planos de intersección que son normales a la superficie de la lente en un punto de la superficie.

Además, con respecto a las referencias a la expresión "astigmatismo superficial relativamente bajo", dichas referencias deben entenderse como una referencia a un astigmatismo de menos de aproximadamente 0,5 D.

40 A lo largo de esta memoria descriptiva, las referencias al término "zona foveal" deben entenderse como una referencia a una zona de la retina que incluye la fovea y que está delimitada por la parafóvea.

45 Un elemento de lente oftálmica según la presente invención puede corregir de forma simultánea y sustancial tanto la visión central como la periférica durante las tareas de visión a distancia. Se espera que la corrección de este tipo elimine, o al menos retrase, un presunto detonante de la progresión de la miopía en los miopes, particularmente en los miopes juveniles.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora en relación con diversos ejemplos ilustrados en los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la siguiente descripción no limita la generalidad de la descripción anterior.

En los dibujos:

50 la Fig. 1-A es una vista frontal de un elemento de lente oftálmica según una primera realización de la presente invención;

- la Fig. 1-B es una vista en sección del elemento de lente oftálmica ilustrado en la Fig. 1-A;
- la Fig. 2 es un diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie para un elemento de lente según una primera realización que tiene un diámetro de 80 mm;
- la Fig. 3 es un diagrama de contorno del astigmatismo superficial para el elemento de lente de la Fig. 2;
- 5 la Fig. 4 es un gráfico que representa valores de curvatura tangencial (línea continua) y sagital (línea discontinua) a lo largo de un meridiano horizontal para un elemento de lente que tiene la gráfica de contorno de la potencia de adición media de la superficie mostrada en la Fig. 2;
- la Fig. 5 es un gráfico que representa los valores del astigmatismo superficial delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene la gráfica de contorno del astigmatismo superficial que se muestra en la Fig. 3;
- 10 la Fig. 6 es un gráfico que representa los valores de la potencia media de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene la gráfica de contorno de la potencia de adición media de la superficie mostrada en la Fig. 2;
- la Fig. 7 es un diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie para un elemento de lente oftálmica según una segunda realización que tiene un diámetro de 80 mm.
- 15 la Fig. 8 es un diagrama de contorno del astigmatismo superficial para el elemento de lente de la Fig. 7;
- la Fig. 9 es un gráfico que representa los valores de curvatura tangencial (línea continua) y sagital (línea discontinua) a lo largo de un meridiano horizontal para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie que se muestra en la Fig. 7;
- 20 la Fig. 10 es un gráfico que representa los valores del astigmatismo de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno que se muestra en la Fig. 7;
- la Fig. 11 es un gráfico que representa los valores de la potencia media de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno que se muestra en la Fig. 7;
- 25 la Fig. 12 es un diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie para un elemento de lente oftálmica según una tercera realización que tiene un diámetro de 80 mm.
- la Fig. 13 es un diagrama de contorno del astigmatismo superficial para el elemento de lente de la Fig. 12;
- la Fig. 14 es un gráfico que representa los valores de curvatura tangencial (línea continua) y sagital (línea discontinua) a lo largo de un meridiano horizontal para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie que se muestra en la Fig. 12;
- 30 la Fig. 15 es un gráfico que representa los valores del astigmatismo de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno que se muestra en la Fig. 13;
- la Fig. 16 es un gráfico que representa los valores de la potencia media de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie mostrada en la Fig. 12;
- 35 la Fig. 17 es un diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie para un elemento de lente oftálmica según una cuarta realización que tiene un diámetro de 80 mm.
- 40 la Fig. 18 es un diagrama de contorno del astigmatismo superficial para el elemento de lente de la Fig. 17;
- la Fig. 19 es un gráfico que representa los valores de curvatura tangencial (línea continua) y sagital (línea discontinua) a lo largo de un meridiano horizontal para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie que se muestra en la Fig. 17;
- la Fig. 20 es un gráfico que representa los valores del astigmatismo de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno que se muestra en la Fig. 18;
- 45 la Fig. 21 es un gráfico que representa los valores de la potencia media de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno que se muestra en la Fig. 17;

la Fig. 22 es un diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie para un elemento de lente oftálmica según una quinta realización que tiene un diámetro de 80 mm.

la Fig. 23 es un diagrama de contorno del astigmatismo superficial para el elemento de lente de la Fig. 22;

5 la Fig. 24 es un gráfico que representa los valores de curvatura tangencial (línea continua) y sagital (línea discontinua) a lo largo de un meridiano horizontal para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie que se muestra en la Fig. 22;

la Fig. 25 es un gráfico que representa los valores del astigmatismo de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno que se muestra en la Fig. 23;

10 la Fig. 26 es un gráfico que representa los valores de la potencia media de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie mostrada en la Fig. 22;

la Fig. 27 es un diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie para un elemento de lente oftálmica según una sexta realización que tiene un diámetro de 80 mm.

15 la Fig. 28 es un diagrama de contorno del astigmatismo superficial para el elemento de lente de la Fig. 27;

la Fig. 29 es un gráfico que representa los valores de curvatura tangencial (línea continua) y sagital (línea discontinua) a lo largo de un meridiano horizontal para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie que se muestra en la Fig. 27;

20 la Fig. 30 es un gráfico que representa los valores del astigmatismo de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno que se muestra en la Fig. 27; y

la Fig. 31 es un gráfico que representa los valores de la potencia media de la superficie delantera a lo largo de los meridianos horizontal y vertical para un elemento de lente que tiene el diagrama de contorno de la potencia de adición media de la superficie mostrada en la Fig. 27.

25 Descripción detallada de los dibujos

La Fig. 1-A ilustra una vista frontal de un elemento de lente oftálmica 100 según una realización de la presente invención. El elemento de lente oftálmica 100 incluye una zona central 102 (se muestra delimitada por una línea discontinua) y una zona periférica 104 (se muestra como la zona ubicada fuera de la línea discontinua e incluyendo la zona sombreada).

30 En el ejemplo ilustrado, la zona central 102 se representa como una zona asimétrica en forma de una elipse delimitada por un contorno de +0,25 D 106 de la potencia superficial media. En el presente ejemplo, el contorno +0,25 D forma una elipse que se centra sustancialmente en la intersección de un meridiano horizontal (HM) y un meridiano vertical (VM) de la superficie delantera del elemento de lente 100 en el centro óptico (OC) del elemento de lente 100.

35 En la realización ilustrada en la Fig. 1A, el contorno de +0,25 D tiene un radial mayor r_α que se extiende desde el centro óptico (OC) de la lente 100 a lo largo del meridiano horizontal (HM), y un radial menor $r_{1\text{menor}}$ que se extiende desde el centro óptico (OC) a lo largo del meridiano vertical (VM), de manera que $r_\alpha > r_{1\text{menor}}$.

40 En la realización ilustrada, la zona central 102 se alarga a lo largo del meridiano horizontal (HM) y se extiende hasta un límite exterior ubicado en un radio r_α que, a cada lado del elemento de lente 100, se corresponde con el comienzo de las zonas progresivas 108, 110 de la zona periférica 104. Como se muestra, las zonas progresivas 108, 110 están ubicadas bilateralmente en el meridiano vertical (VM) y se extienden radialmente hacia fuera desde la zona central 102 y a lo largo del meridiano horizontal (HM). En otras palabras, la zona progresiva 108 está ubicada en un lado del meridiano vertical (VM) y la zona progresiva 110 está ubicada en el otro lado del meridiano vertical (VM). Ambas zonas progresivas 108, 110 se extienden a lo largo y, por lo tanto, están situadas alrededor de un semimeridiano horizontal respectivo del meridiano horizontal (HM). De este modo, cuando un usuario las lleva puestas, las zonas progresivas 45 108, 110 del elemento de lente están colocadas nasal y temporalmente.

Cada zona progresiva 108, 110 (nuevamente, se muestra como una zona sombreada) de la zona periférica 104 proporciona una transición gradual en la potencia media de la potencia de refracción en el límite 106 de la zona central 102 hasta un límite exterior en la zona periférica 104. En el presente caso, el límite exterior es una elipse que tiene un radial mayor r_b y un radial menor $r_{2\text{menor}}$ de manera que $r_b > r_{2\text{menor}}$.

50 En el presente caso, las zonas progresivas 108, 110 están conformadas de modo que tienen un límite exterior que está ubicado a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo del meridiano horizontal (HM) en un alcance radial r_b . Así, en el ejemplo ilustrado, cada zona progresiva 108, 110 tiene un alcance radial a lo largo de los semimeridianos horizontales respectivos, de $r_b - r_\alpha$.

La Fig. 1-B muestra una vista en corte transversal del elemento de lente 100 representado en la Fig. 1-A a lo largo de la línea A-A'. Como se muestra, el elemento de lente 100 incluye una superficie delantera 112 y una superficie trasera, o posterior, 114. En el presente ejemplo, la zona central 102 de la superficie delantera 112 proporciona una curvatura de corona central que se extiende hasta un radio de r_c . La superficie delantera 112 también proporciona, en la zona periférica 104, una curvatura media marginal. A este respecto, cuando se utilizan en toda esta memoria descriptiva, las referencias al término "curvatura media marginal" deben entenderse como una referencia a una curvatura media constante que se encuentra fuera de las zonas progresivas 108, 110 y que típicamente está ubicada en la circunferencia de la elemento de lente 100.

La superficie delantera 112 y la superficie trasera 114 del elemento de lente 100 pueden tener cualquier forma adecuada para proporcionar la distribución deseada de potencia y astigmatismo. Por ejemplo, la superficie delantera 112 puede ser una superficie esférica y la superficie trasera puede ser esférica o tórica. De forma alternativa, la superficie delantera puede ser una superficie esférica y la superficie trasera puede ser esférica. De forma alternativa, tanto la superficie delantera 112 como la trasera 114 pueden ser esféricas. Se apreciará que una superficie esférica puede incluir, por ejemplo, una superficie atórica.

En una realización, la superficie delantera 112, o la superficie trasera 114 del elemento de lente oftálmica 100 puede tener una forma que se ha construido mezclando dos superficies de diferente curvatura, tales como una superficie esférica y una superficie tórica. Los diferentes procedimientos para mezclar dos superficies de diferente curvatura serán conocidos por un lector experto. Un procedimiento adecuado incluye, por ejemplo, un procedimiento numérico que comienza con una superficie central esférica y extiende esa superficie, utilizando una función cuadrática de la distancia desde el límite de la zona central. La función cuadrática radial que se extiende desde cada punto límite se emplea para dar la primera y segunda derivadas continuas de la superficie resultante en el límite. De forma alternativa, pueden mezclarse dos superficies de diferente curvatura usando una función de ponderación $M(r)$. Una superficie de este tipo se puede definir, por ejemplo, mediante la función de altura de la superficie:

$$z_o(x, y) = M(r)g_o(\lambda) + (1 - M(r))g_1(\lambda)$$

donde:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2},$$

$$\lambda = \sqrt{(ax)^2 + (by)^2},$$

y

$$M(r) = \frac{e^{-mr^2}}{1 + nr^p},$$

$$g_o(\lambda) = R_o - \sqrt{R_o^2 - \lambda^2},$$

$$g_1(\lambda) = R - \sqrt{R^2 - \lambda^2},$$

$$R = R_1(1 - tr),$$

con los parámetros $R_o, R_1 > 0$, y $a, b, m, n, p, t \geq 0$.

En este ejemplo, si $r = 0$, entonces $M(r) = 1$ y $z_o = g_o(\lambda)$ lo cual es una superficie elipsoidal con centro $(0, 0, R_o)$ y semiejes $\frac{R_o}{a}, \frac{R_o}{b}$ y R_o en las direcciones x, y y z respectivamente. Un argumento similar puede aplicarse para grandes valores de r . Aquí $M(r) \approx 0$ y de ahí $z_o \approx g_1(\lambda)$ una segunda superficie elipsoidal. Para valores r entremedio la función $M(r)$ mezcla las dos superficies elipsoidales juntas. $M(r)$ puede ser cualquier función de ponderación adecuada. En el presente ejemplo, el elipsoide interno es una esfera.

En el presente ejemplo, la forma de las superficies de la lente se controla mediante los siguientes parámetros:

- R_o : El radio de curvatura en el centro óptico (OC) de la lente (en lo sucesivo, el "radio de la corona").
- R_1 : El radio de curvatura hacia el borde temporal de la lente (en otras palabras, el radio marginal).
- a, b : factores de escala para los ejes x e y en g_o y g_1 . Por ejemplo, si selecciona $a = 1$ y $b > 1$ dará como

resultado una superficie simétrica no rotacional que es más pronunciada en la dirección y .

• m, n, p : parámetros que definen la función $M(r)$ y dónde y con qué rapidez se produce la transición entre la zona central y la zona periférica.

• t : parámetro para permitir un aumento gradual en la curvatura de la zona periférica a medida que r aumenta

5 Ejemplo 1

En referencia ahora de la Fig. 2 a la Fig. 6, se diseñó un elemento de lente 201 según una realización de la presente invención que tiene una curva base de 3,0 D (en el índice de 1,53) y un diámetro de 80 mm. El elemento de lente ilustrado 201 tiene una curvatura media de la corona de 3.40 D en un índice de 1,60, y una curvatura media de 3,65 D a 10 mm desde el centro óptico (OC) a lo largo del meridiano horizontal. La curvatura media del elemento de lente 201 a 22 mm desde el centro óptico, a lo largo del meridiano horizontal, es de 4,47 D.

La Fig. 2 muestra un diagrama de contorno 200 de la potencia de adición media de la superficie para el elemento de lente 201 relativa a la potencia en el centro óptico. La Fig. 3 es un diagrama de contorno del astigmatismo superficial para el elemento de lente 201.

En este ejemplo, el elemento de lente 201 se diseñó mezclando dos superficies de diferente curvatura usando una función de ponderación $M(r)$. La Tabla 1 enumera los valores de los parámetros utilizados en la función de ponderación.

Tabla 1

Parámetro	Valor
R_o	136,5
t	0
R_1	176,67
m	0
n	0,00015
p	2,45
a	1,0
b	1,25

Según se muestra en la Fig. 2, un contorno de potencia 202 de 0,25 D (se muestra como una línea discontinua) define una zona central 102, que es una zona de astigmatismo superficial baja, y que incluye una zona de visión foveal. La zona de visión foveal proporciona una primera potencia de refracción (en lo sucesivo, "la primera potencia") para proporcionar una visión foveal clara a un usuario.

El elemento de lente 201 también incluye una zona periférica 104 de potencia de refracción positiva (en lo sucesivo, "potencia positiva") relativa a la primera potencia. En el presente caso, la zona periférica 104 es la zona completa ubicada fuera, y alrededor, del contorno de potencia media de 0,25 D 202.

La zona periférica 104 incluye zonas progresivas duales 108, 110 que están ubicadas bilateralmente en el meridiano vertical (VM). Según se muestra, las zonas progresivas 108, 110 se extienden radialmente hacia fuera desde el centro óptico (OC). Sin embargo, la extensión de las zonas progresivas 108, 110 a lo largo del meridiano horizontal (HM) es mayor que en otras direcciones radiales.

En el presente caso, las zonas progresivas 108, 110 se extienden cada una a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo entre un alcance radial de, aproximadamente, 10 mm desde el centro óptico hasta aproximadamente un alcance radial de 22 mm desde el centro óptico (OC).

Según se muestra en la Fig. 3, el elemento de lente 201 proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona un astigmatismo superficial relativamente bajo en el meridiano horizontal (HM) en la zona central 102 y en las zonas progresivas 108, 110.

Volviendo ahora a la Fig. 4, se muestran dos gráficos que representan valores de curvatura tangencial (se muestra como una línea continua) y curvatura sagital (se muestra como una línea discontinua) en el meridiano horizontal (HM) hasta un alcance radial de 30 mm para una elemento de lente 201 que tiene la gráfica de contorno de la potencia de adición media de la superficie que se muestra en la Fig. 2. Según se muestra, la diferencia entre la curvatura tangencial y sagital en el meridiano horizontal (HM) es relativamente pequeña. De hecho, en el presente ejemplo, el error (en otras palabras, la diferencia) entre la curvatura tangencial y la sagital en el meridiano horizontal (HM) es menor que aproximadamente 0,25 D. Ventajosamente, manteniendo una diferencia relativamente baja entre la curvatura

tangencial y la sagital la curvatura a lo largo del meridiano horizontal puede ayudar a mantener el astigmatismo dentro de límites aceptables.

5 La Fig. 5 incluye dos gráficos que representan los valores de astigmatismo de la superficie delantera en el meridiano vertical (con los valores del astigmatismo representado como una línea discontinua) y el meridiano horizontal (los valores del astigmatismo representado como una línea continua). Según se muestra, la superficie delantera del elemento de lente 201 proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona un astigmatismo superficial relativamente bajo a lo largo del meridiano horizontal (HM) del elemento de lente en las zonas central 102 y progresiva 108, 100. De hecho, en este ejemplo, el astigmatismo superficial máximo en cualquier punto del meridiano horizontal (HM) hasta un alcance radial de 30 mm es inferior a aproximadamente 0,25 D.

10 La Fig. 6 incluye dos gráficos que representan los valores de la potencia media de la superficie delantera en el meridiano vertical (con los valores de la potencia superficial media representada como una línea discontinua) y en el meridiano horizontal (los valores de la potencia superficial media representada como una línea continua). Según se muestra, la superficie delantera del elemento de lente 201 proporciona un aumento gradual de la potencia superficial media a lo largo del meridiano vertical (VM) y el meridiano horizontal (HM). Sin embargo, el aumento en la potencia superficial media a lo largo de la distribución del meridiano horizontal no es tan pronunciado como el que se produce a lo largo del meridiano vertical.

Ejemplo 2

20 La Fig. 7 ilustra un diagrama de contorno 700 de la potencia superficial media para otro ejemplo de un elemento de lente oftálmica 701 según una realización de la presente invención. La Fig. 8 ilustra un diagrama de contorno 800 de astigmatismo superficial para el elemento de lente 701.

25 El elemento de lente 701 es similar al elemento de lente 201, excepto que el elemento de lente 701 proporciona una zona central más grande 102 con un astigmatismo inferior (es decir, la zona delimitada por el contorno 202 de 0,25 D de la potencia superficial media), pero proporciona una distribución del astigmatismo que es más alto a lo largo del meridiano horizontal (HM), como es evidente en la Fig. 8, pero aún es relativamente bajo en el meridiano horizontal (HM) en la zona central y las zonas progresivas.

En este ejemplo, el elemento de lente 701 incluye una superficie delantera que tiene la misma curvatura media de la corona que la lente 201 del Ejemplo 1, pero la potencia de adición media de la superficie alcanza 0,25 D solo en el radio de 14 mm desde el centro óptico a lo largo del meridiano horizontal en comparación con 10 mm en el Ejemplo 1.

30 La curvatura media a 22 mm desde el centro óptico (OC) en el meridiano horizontal es 4,40 D. Según se ha descrito anteriormente, el elemento de lente 701 proporciona una zona central más grande 102 que el elemento de lente 201 del Ejemplo 1. Además, y como es evidente al comparar la Fig. 7 con la Fig. 2, el gradiente de la potencia superficial media en las zonas progresivas 108, 110 del elemento de lente 701 es más pronunciado (es decir, más alto que) el gradiente correspondiente del elemento de lente 201.

35 Según se muestra en la Fig. 8, el elemento de lente 701 proporciona una distribución de astigmatismo superficial que proporciona un astigmatismo superficial relativamente bajo en el meridiano horizontal (HM) del elemento de lente en la zona central y las zonas progresivas. De hecho, y según se muestra en la Fig. 10, en este ejemplo, el astigmatismo superficial máximo en todos los puntos a lo largo de una sección radial de 30 mm del meridiano horizontal (HM) es menor que aproximadamente 0,5 D (línea continua). Sin embargo, el astigmatismo aumenta ligeramente hacia el perímetro del elemento de lente 701, fuera de las zonas progresivas.

40 La superficie delantera del elemento de lente 701 utiliza la misma descripción matemática que en el Ejemplo 1, pero con los valores de los parámetros listados en la tabla 2.

Tabla 2

Parámetro	Valor
R_0	136,5 mm
t	0
R_1	176,67 mm
m	0
n	0,0000013
p	3,75
a	1,0
b	1,35

Volviendo ahora a la Fig. 9, se muestran dos gráficos que representan valores de curvatura tangencial (se muestra como una línea continua) y curvatura sagital (se muestra como una línea discontinua) a lo largo de un alcance radial de 30 mm del meridiano horizontal (HM) para un elemento de lente 701 con el gráfico de contorno que se muestra en la Fig. 7.

5 Según se muestra, la diferencia entre la curvatura tangencial y sagital en el meridiano horizontal (HM) es relativamente pequeña. De hecho, en el presente ejemplo, el error (en otras palabras, la diferencia) entre la curvatura tangencial y la sagital en todos los puntos a lo largo de un alcance radial de 30 mm del meridiano horizontal (HM) es menor que aproximadamente 0,50 D.

10 Volviendo ahora a la Fig. 10, el gráfico 1000 muestra valores de astigmatismo a lo largo de un alcance radial de 30 mm del meridiano horizontal (HM). En comparación con el elemento de lente 201, el elemento de lente 701 ha reducido el astigmatismo en la zona central (es decir, en un alcance radial de 14 mm en el meridiano horizontal), pero proporciona un mayor astigmatismo a lo largo del meridiano horizontal (hasta 0,5 D) en los alcances radiales más allá de 14 mm a lo largo del meridiano horizontal (HM). Sin embargo, en este ejemplo, el astigmatismo sigue siendo relativamente bajo más allá de 14 mm.

15 La Fig. 11 incluye dos gráficos que representan los valores de la potencia media de la superficie delantera en un alcance radial de 30 mm del meridiano vertical (con los valores de la potencia superficial media representada como una línea discontinua) y un alcance radial de 30 mm del meridiano horizontal (los valores de la potencia superficial media representada como una línea continua). Según se muestra, la superficie delantera del elemento de lente 701 proporciona un aumento gradual de la potencia superficial media a lo largo del meridiano vertical (VM) y el meridiano horizontal (HM). Sin embargo, el aumento de la potencia superficial media a lo largo del meridiano horizontal (HM) no es tan significativo como el que se produce a lo largo del meridiano vertical (VM).

Ejemplo 3

25 La Fig. 12 ilustra un diagrama de contorno 1200 de la potencia de adición media de la superficie para otro ejemplo de un elemento de lente oftálmica 1201 según una realización de la presente invención. La Fig. 13 ilustra un diagrama de contorno 1300 de astigmatismo superficial para el elemento de lente 1201. En este ejemplo, el elemento de lente 1201 incluye una superficie delantera que tiene una curvatura media de la corona más alta (3,53 D) que el elemento de lente 201 del Ejemplo 1.

30 El elemento de lente 1201 también proporciona una zona central 102 que se ha modificado con respecto a la del elemento de lente 201 del Ejemplo 1. En particular, la zona central 102 del elemento de lente 1201 proporciona un área de visión en un recuadro que está sustancialmente libre de astigmatismo, pero que no tiene ninguna potencia de adición. El área del recuadro 1202 se muestra en la Fig. 12 y se ilustra más claramente en la Fig. 13.

35 La superficie delantera del elemento de lente 1201 utiliza la misma descripción matemática que en el Ejemplo 1, pero con los valores de los parámetros listados en la tabla 3. Sin embargo, en este ejemplo, la potencia tangencial en las zonas superior e inferior del elemento de lente 1200 se ha reducido aplicando una extrapolación cuadrática del tipo descrito anteriormente fuera de un óvalo de 60 mm x 35 mm centrado en el centro óptico (OC) para reducir la potencia de adición tangencial máxima a alrededor de 3 D.

Tabla 3

Parámetro	Valor
R_0	136,5 mm
t	0
R_1	176,67 mm
m	0
n	0,00015
p	2,44
a	1,0
b	1,35

40 La Fig. 14 muestra dos gráficos que representan valores de curvatura tangencial (se muestra como una línea continua) y curvatura sagital (se muestra como una línea discontinua) en puntos a lo largo de un radial de 30 mm a lo largo del meridiano horizontal (HM) para un elemento de lente 1201 que tiene los diagramas de contorno que se muestran en la Fig. 12 y en la Fig. 13.

Según se muestra, la diferencia entre la curvatura tangencial y sagital a lo largo del radial de 30 mm del meridiano horizontal (HM) es relativamente pequeña. De hecho, en el presente ejemplo, el error (en otras palabras, la diferencia) entre la curvatura tangencial y la sagital es menor que aproximadamente 0,25 D.

- 5 La Fig. 15 y la Fig. 16 muestran gráficos del astigmatismo de la superficie delantera y la potencia media de la superficie delantera respectivamente a lo largo del meridiano vertical (se muestra como líneas discontinuas) y el meridiano horizontal (se muestra como líneas continuas). Según se muestra en la Fig.16, el elemento de lente 1201 proporciona una potencia superficial media a 12 mm desde el centro óptico (OC) a lo largo del meridiano horizontal, de 3,54 D. En comparación con los ejemplos anteriores, el elemento de lente 1201 proporciona una potencia con signo más inferior a 0,92 D a 22 mm.
- 10 La potencia superficial media a 22 mm desde el centro óptico (OC) en el meridiano horizontal (HM) es 4,46 D. Según se muestra en la Fig.16, el elemento de lente proporciona un astigmatismo relativamente bajo en el meridiano horizontal (HM) en la zona central 102 (es decir, la zona delimitada por el contorno 202 de 0,25 D de la potencia de adición media de la superficie) y las zonas progresivas.

Ejemplo 4

- 15 La Fig. 17 ilustra un diagrama de contorno 1700 de la potencia de adición media de la superficie para otro ejemplo de un elemento de lente oftálmica 1701 según una realización de la presente invención. La Fig. 18 ilustra un diagrama de contorno 1800 de astigmatismo superficial para el elemento de lente 701.

20 Como es evidente de la Fig. 17 a la Fig. 21, el elemento de lente 1701 es similar al elemento de lente 1201 en que también incluye un área de visión en un recuadro 1202 que está sustancialmente libre de astigmatismo, pero que no tiene ninguna potencia de adición. El área del recuadro 1202 se muestra en la Fig. 17 y se ilustra más claramente en la Fig. 18.

La superficie delantera del elemento de lente 1701 utiliza la misma descripción matemática que en el Ejemplo 1, pero con los valores de los parámetros listados en la tabla 4.

Tabla 4

Parámetro	Valor
R_0	136,5 mm
T	0
R_1	176,67 mm
M	0
N	0,0000013
P	3,75
A	1,0
B	1,35

25 Ejemplo 5

La Fig. 22 ilustra un diagrama de contorno 2200 de la potencia de adición media de la superficie para otro ejemplo de un elemento de lente oftálmica 2201 según una realización de la presente invención. La Fig. 23 ilustra un diagrama de contorno 2300 de astigmatismo superficial para el elemento de lente 2201.

30 Como es evidente de la Fig. 22 a la Fig. 26, el elemento de lente 2201 es similar al elemento de lente 1701. Sin embargo, y como es evidente a partir de una comparación de la Fig. 21 con la Fig. 26, el elemento de lente 2201 proporciona un aumento (de aproximadamente el 50%) en la potencia de adición a 22 mm desde el centro óptico a lo largo del meridiano horizontal (HM). Sin embargo, según se muestra en la Fig. 20, el astigmatismo sigue siendo relativamente bajo en el meridiano horizontal de la zona central 102 y las zonas progresivas.

35 La superficie delantera del elemento de lente 2201 utiliza la misma descripción matemática que en el Ejemplo 1, pero con los valores de los parámetros listados en la tabla 5.

Tabla 5

Parámetro	Valor
R_0	136,5 mm
T	0
R_1	176,67 mm
M	0
N	0,0000013
P	3,83
α	1,0
B	1,35

Ejemplo 6

En referencia ahora de la Fig. 27 a la Fig. 31, se diseñó un elemento de lente 2701 según una realización de la presente invención que tiene una curva base de 8,1 D (en el índice de 1,53) y un diámetro de 80 mm. En otras palabras, el elemento de lente 2701 proporciona una curva base relativamente más alta que los anteriores ejemplos descritos.

Una curva base relativamente más alta puede proporcionar un perfil de potencia de la potencia media periférica que proporciona un desplazamiento hipermetrópico reducido en la zona periférica interna de la retina del usuario en comparación con los ejemplos descritos previamente. Además, un elemento de lente con una curva base relativamente más alta puede ser adecuado para el uso con monturas altamente curvas (por ejemplo, monturas "envolventes") y mejorar el área de la retina periférica expuesta a las imágenes formadas por el elemento de lente. La curva base relativamente más alta adecuada para un usuario puede determinarse utilizando técnicas estáticas de trazado de rayos oculares que serían bien conocidas para un experto en la materia.

El elemento de lente ilustrado 2701 tiene una curvatura media de la corona de 9,17 D y una curvatura media de aproximadamente 9,57 D (en el índice del material 1.600) a 12 mm desde el centro óptico (OC) a lo largo del meridiano horizontal. La curvatura media del elemento de lente 2701 a 22 mm desde el centro óptico, a lo largo del meridiano horizontal, es de aproximadamente 10,69 D (en el índice del material 1.600).

La superficie delantera del elemento de lente 2701 utiliza la misma descripción matemática que en el Ejemplo 1, pero con los valores de los parámetros listados en la tabla 6.

Tabla 6

Parámetro	Valor
R_0	62,0 mm
t	0
R_1	66,25 mm
m	0
n	0,000005
p	3,85
α	1,0
b	1,2

La Fig. 27 ilustra un diagrama de contorno 2200 de la potencia de adición media de la superficie para el elemento de lente oftálmica 2701. La Fig. 28 ilustra un diagrama de contorno 2800 de astigmatismo superficial para el elemento de lente 2701.

La Fig. 29 muestra un gráfico de la potencia tangencial (línea continua) y sagital (línea discontinua) a lo largo de la horizontal del meridiano de la lente en el meridiano horizontal (HM) desde el centro óptico hasta un alcance radial de 30 mm del elemento de lente 2701. A diferencia de los ejemplos descritos anteriormente, el elemento de lente 2701 proporciona una potencia sagital que "conduce" a la potencia tangencial a lo largo del meridiano horizontal más allá de un alcance radial de aproximadamente 15 mm desde el centro óptico. En otras palabras, más allá de un alcance radial de aproximadamente 15 mm desde el centro óptico, la potencia sagital es mayor que la potencia tangencial. De

hecho, en el presente ejemplo, la diferencia en la potencia sagital y la potencia tangencial aumenta progresivamente entre aproximadamente 15 mm y 30 mm desde el centro óptico. Por debajo de 15 mm, la diferencia entre la potencia sagital y la potencia tangencial es inferior a 0,5 D.

5 El elemento de lente 2701 del presente ejemplo muestra astigmatismo "inverso" (es decir, astigmatismo en la dirección sagital o circunferencial) a lo largo del meridiano horizontal más allá de aproximadamente 15 mm desde el centro óptico. Esto contrasta con las lentes de potencia negativa esféricas rotacionalmente simétricas con potencia con signo más relativa en la periferia que presentan astigmatismo "directo" (es decir, astigmatismo en la dirección radial) que tiende a magnificar el astigmatismo periférico en la retina.

10 Según se muestra en la Figura 29, el elemento de lente 2701 muestra un error de refracción que contribuye al astigmatismo sagital (véase la Figura 30) a lo largo del meridiano horizontal (véase la línea discontinua) más allá de 15 mm desde el centro óptico, pero es relativamente bajo para valores menores de 15 mm. Un alcance radial de 15 mm se aproxima a un ángulo de campo de aproximadamente 30°.

15 En el presente ejemplo, la introducción del astigmatismo sagital a lo largo del meridiano horizontal más allá de unos 15 mm desde el centro óptico es intencional y puede compensar el astigmatismo del ojo periférico que se puede observar en un ojo típico.

Al igual que con los ejemplos descritos previamente, el elemento de lente 2701 de este ejemplo busca minimizar el astigmatismo periférico creado por el elemento de lente 2701 a lo largo del meridiano horizontal colocando el plano de enfoque tangencial y sagital en, o delante de, la retina y, por lo tanto, proporciona una señal de terminación más efectiva para el retardo de la miopía.

20 Volviendo ahora a la Fig. 31, la potencia superficial media del elemento de lente 2701 a lo largo del meridiano horizontal (que se muestra como una línea continua) aumenta más rápidamente en comparación con el perfil de potencia superficial correspondiente del elemento de lente del Ejemplo 5 (véase, por ejemplo, la Figura 26). Sin embargo, como es evidente a partir de una comparación de la Figura 26 y la Figura 31, la potencia superficial media del elemento de lente 2701 a lo largo de la mediana horizontal no se crece tan alto en la zona periférica en comparación con el elemento
25 de lente 2201.

Se entenderá que puede haber otras variaciones y modificaciones a las configuraciones descritas en la presente memoria que también están dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un par de gafas que comprenden una montura y un elemento de lente oftálmica, incluyendo el elemento de lente oftálmica una superficie de lente que tiene:
 - un meridiano horizontal y un meridiano vertical;
- 5 una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una potencia superficial para conseguir una potencia de refracción; y
 - una zona progresiva ubicada a cada lado del meridiano vertical y que se extiende radialmente hacia fuera a lo largo del meridiano horizontal desde la zona central, y cada zona progresiva proporciona un aumento gradual en la potencia superficial media positiva desde la potencia superficial de la zona central;
- 10 en el que la zona central se extiende desde el centro óptico hasta un límite exterior que se corresponde con el comienzo de las zonas progresivas;
 - en el que la superficie de la lente tiene una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, a lo largo del meridiano horizontal, un astigmatismo superficial de menos de 0,5 D en la zona central y las zonas progresivas; y
 - 15 en el que el límite exterior cruza el meridiano horizontal más lejos del centro óptico que el límite exterior cruza el meridiano vertical.
2. Un par de gafas según la reivindicación 1, en el que cada zona progresiva proporciona un perfil de potencia superficial media a lo largo de un semimeridiano horizontal respectivo que proporciona un gradiente de potencia superficial positivo en un intervalo definido por $r_a \leq r_x \leq r_b$ en el cual r_a y r_b son distancias radiales a lo largo de cada semimeridiano horizontal desde el centro óptico de la lente.
- 20 3. Un par de gafas según la reivindicación 2, en el que el intervalo definido por $r_a \leq r_x \leq r_b$ es sustancialmente 10 mm $\leq r_x \leq 22$ mm.
4. Un par de gafas según la reivindicación 2, en el que el gradiente positivo sobre el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de la potencia superficial media positiva de, al menos, 1,00 D relativo a la potencia superficial en el centro óptico.
- 25 5. Un par de gafas según la reivindicación 2, en el que el gradiente positivo sobre el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de la potencia superficial media positiva de, al menos, 1,50 D relativo a la potencia superficial en el centro óptico.
6. Un par de gafas según la reivindicación 2, en el que el gradiente positivo sobre el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de la potencia media positiva de, al menos, 2,00 D relativo a la potencia superficial en el centro óptico.
- 30 7. Un par de gafas según la reivindicación 2, en el que el gradiente positivo sobre el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de la potencia media positiva de, al menos, 2,50 D relativo a la potencia superficial en el centro óptico.
8. Un par de gafas según la reivindicación 2, en el que el gradiente positivo sobre el intervalo $r_a \leq r_x \leq r_b$ proporciona un aumento de la potencia media positiva de, al menos, 3,00 D relativo a la potencia de refracción en el centro óptico.
9. Un par de gafas según la reivindicación 2, en el que r_a se corresponde con un límite entre la zona de visión foveal y las zonas progresivas definidas por un contorno de +0,25 D de la potencia superficial media en el perfil de potencia media.
- 35 10. Un par de gafas según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que la diferencia entre r_a y r_b no es inferior a sustancialmente 8 mm.
11. Un procedimiento para producir un elemento de lente oftálmica para un par de gafas que comprende una montura y para retardar o detener la miopía en el ojo de un usuario, el procedimiento que incluye:
 - 40 -obtener, para el usuario:
 - un primer valor requerido de corrección óptica para la visión foveal en las tareas de visualización en el eje; y
 - un segundo valor requerido de corrección óptica para proporcionar un estímulo que retarda o detiene la miopía en una zona periférica del ojo del usuario ubicada a lo largo del meridiano horizontal del ojo;
 - 45 -seleccionar o diseñar un elemento de lente oftálmica según los valores de corrección óptica, el elemento de lente oftálmica que tiene una superficie delantera y una superficie trasera, al menos una de las superficies que incluye un meridiano horizontal y un meridiano vertical, el elemento de lente que incluye:
 - una zona central que incluye una zona de visión foveal que proporciona una primera potencia correspondiente al

primer valor requerido; y

una zona progresiva ubicada a cada lado del meridiano vertical y que se extiende radialmente hacia fuera de la zona central, las zonas progresivas que proporcionan un valor o distribución de la potencia con signo más relativa según el segundo valor requerido;

- 5 en el que la zona central se extiende desde el centro óptico hasta un límite exterior que se corresponde con el comienzo de las zonas progresivas, el límite exterior definido por una línea de contorno que encierra la zona central;
- en el que el elemento de lente tiene una distribución de astigmatismo superficial que proporciona, en el meridiano horizontal, un astigmatismo superficial de menos de 0,5 D en la zona central y las zonas progresivas; y
- 10 en el que el límite exterior cruza el meridiano horizontal más lejos del centro óptico que el límite exterior cruza el meridiano vertical.

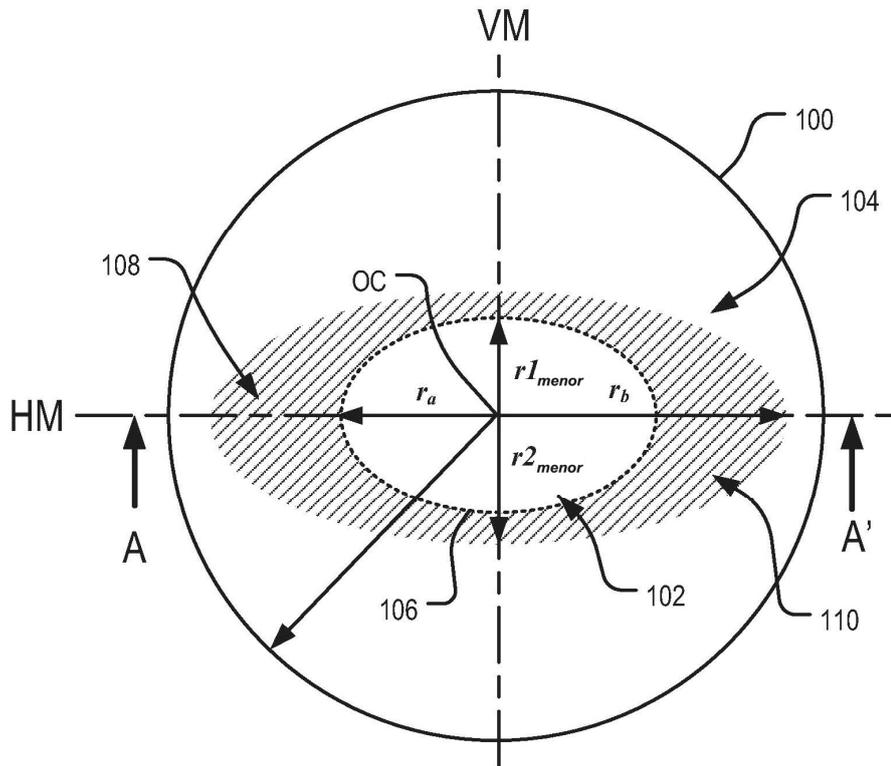
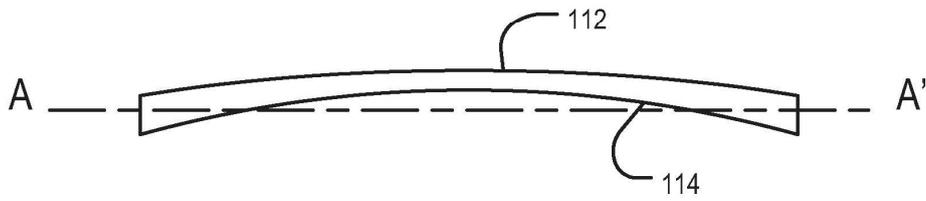
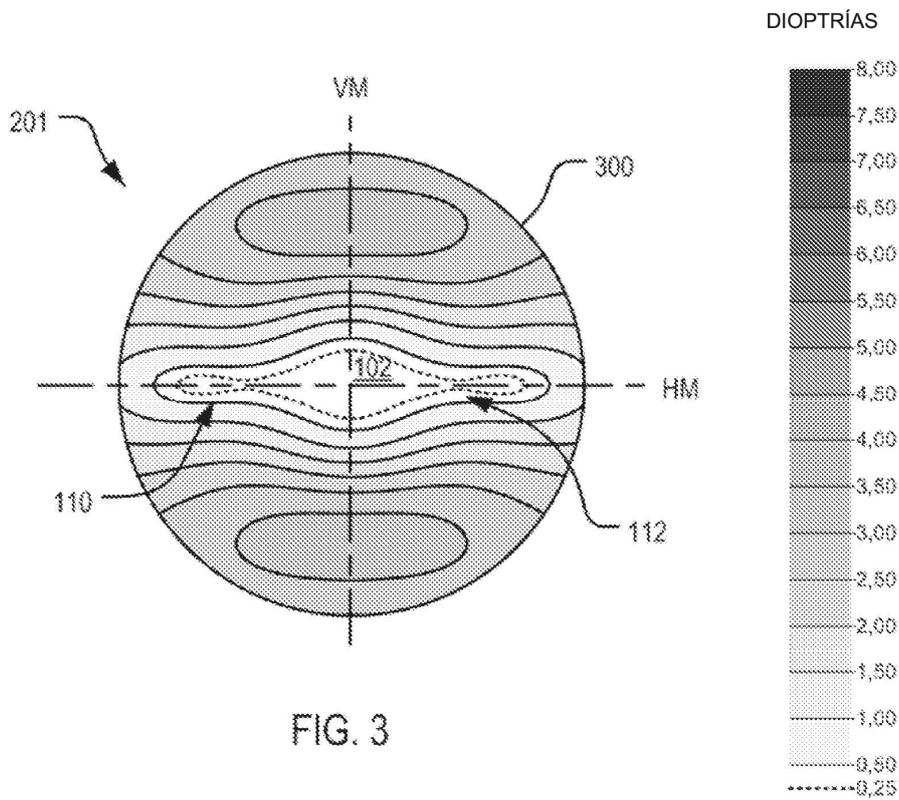
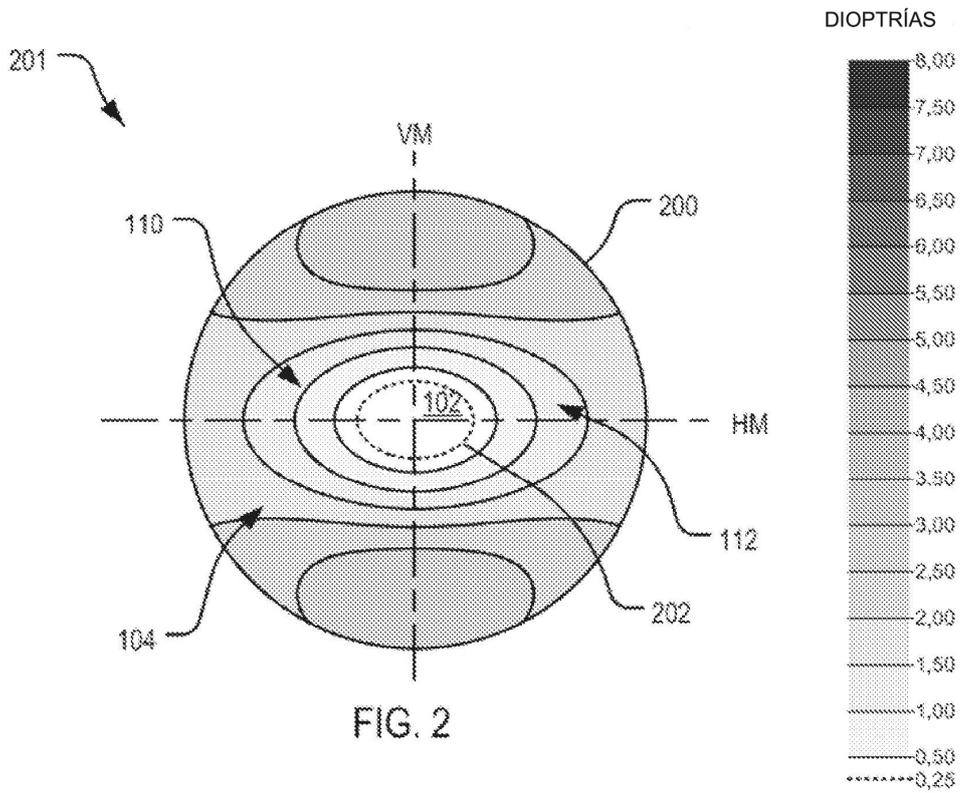


FIG. 1-A



SECCIÓN A-A'

FIG. 1-B



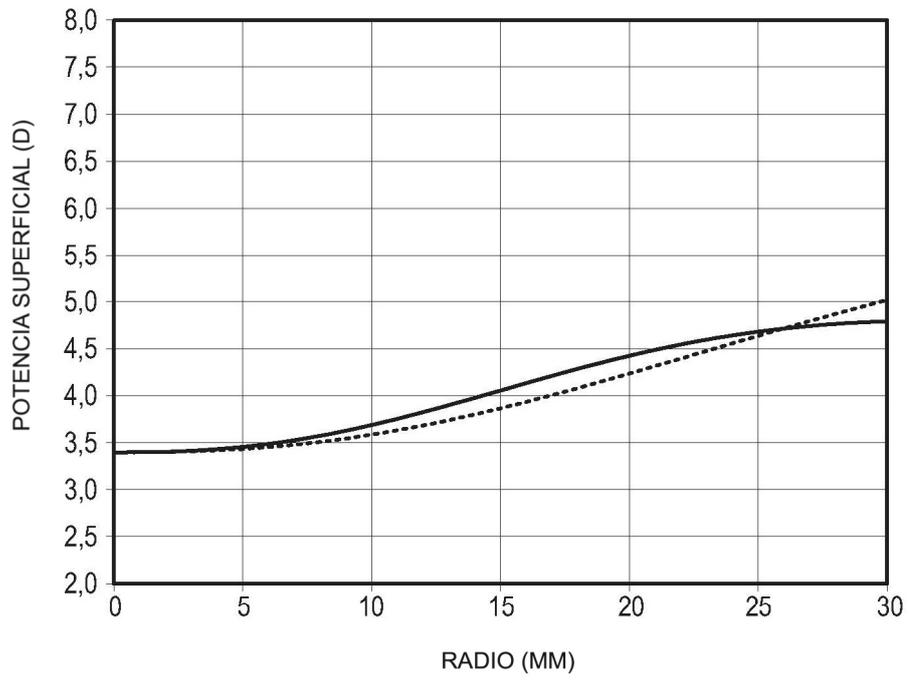


FIG. 4

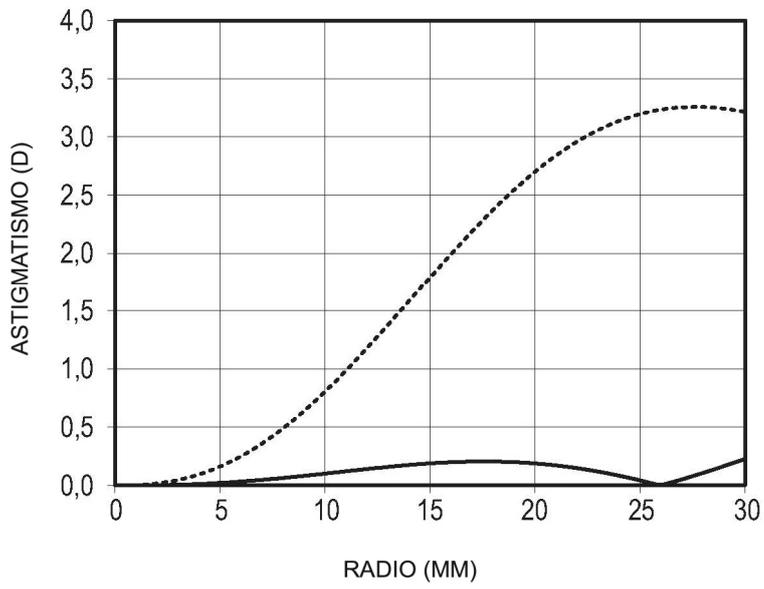


FIG. 5

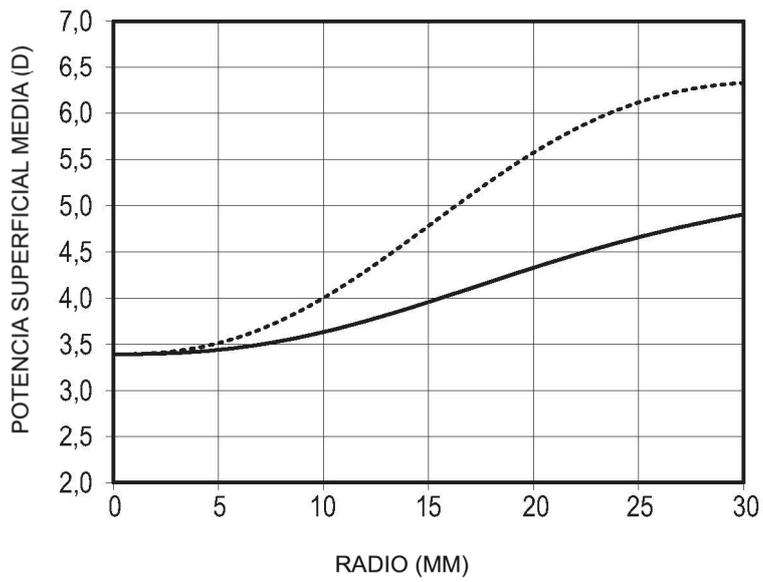
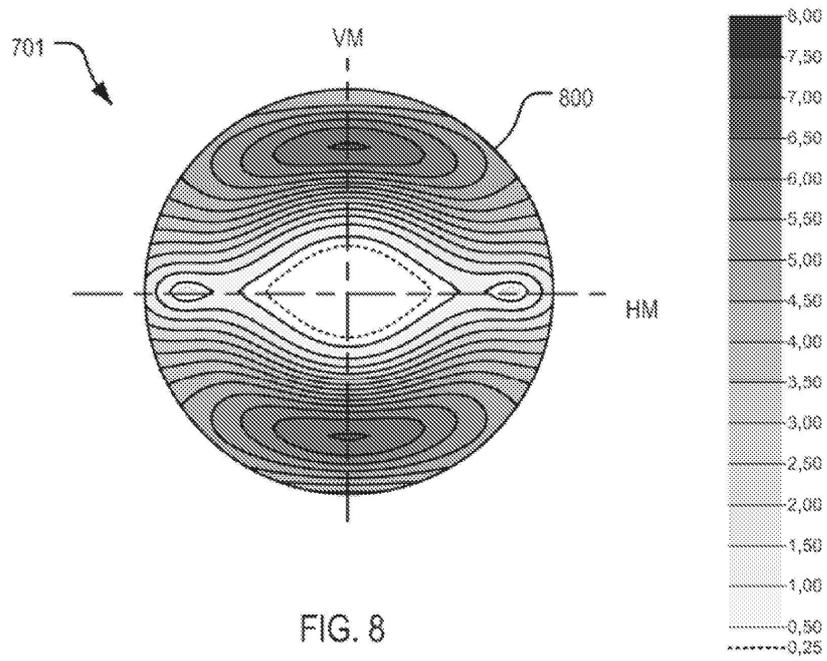
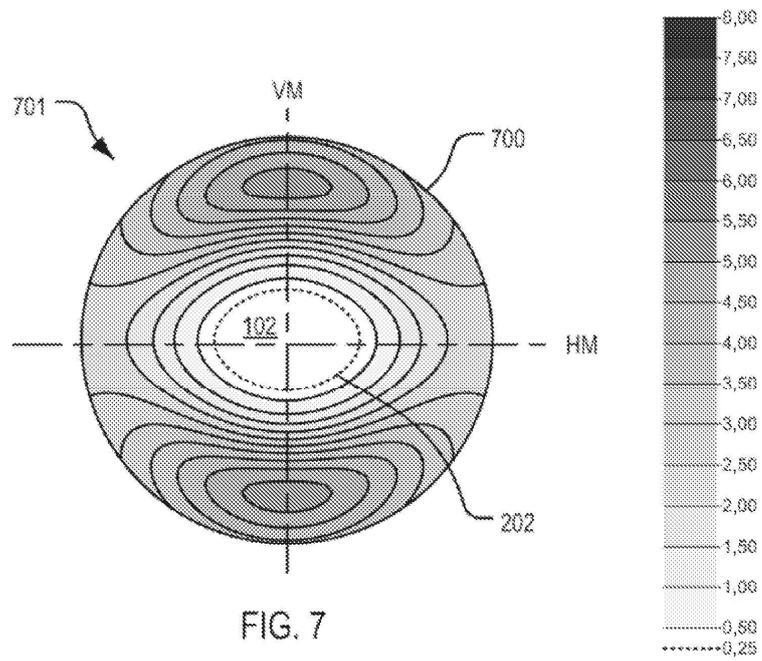


FIG. 6



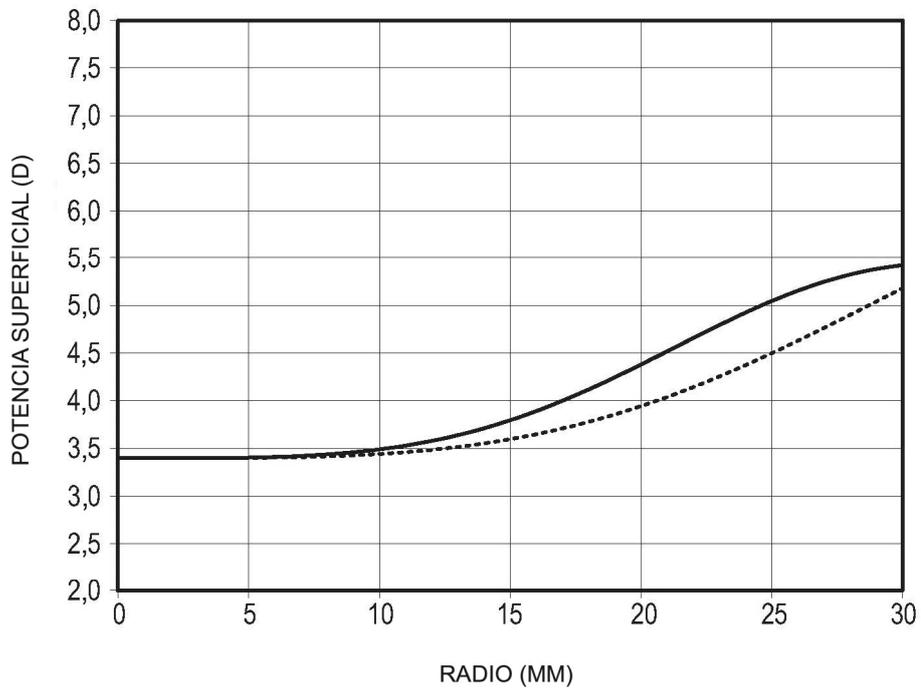


FIG. 9

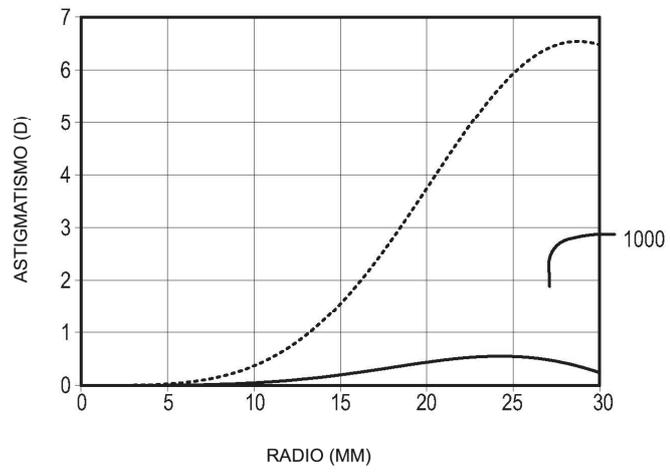


FIG. 10

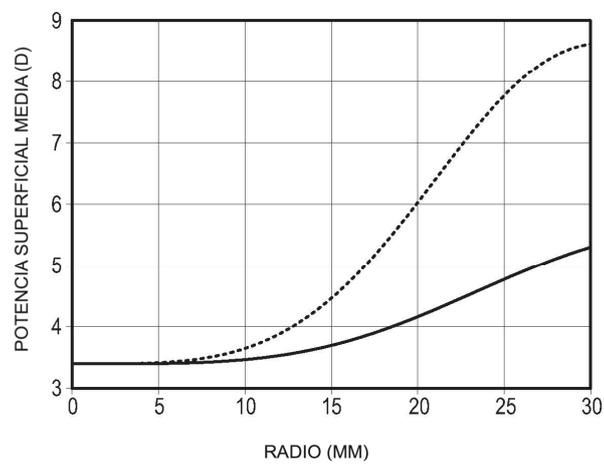
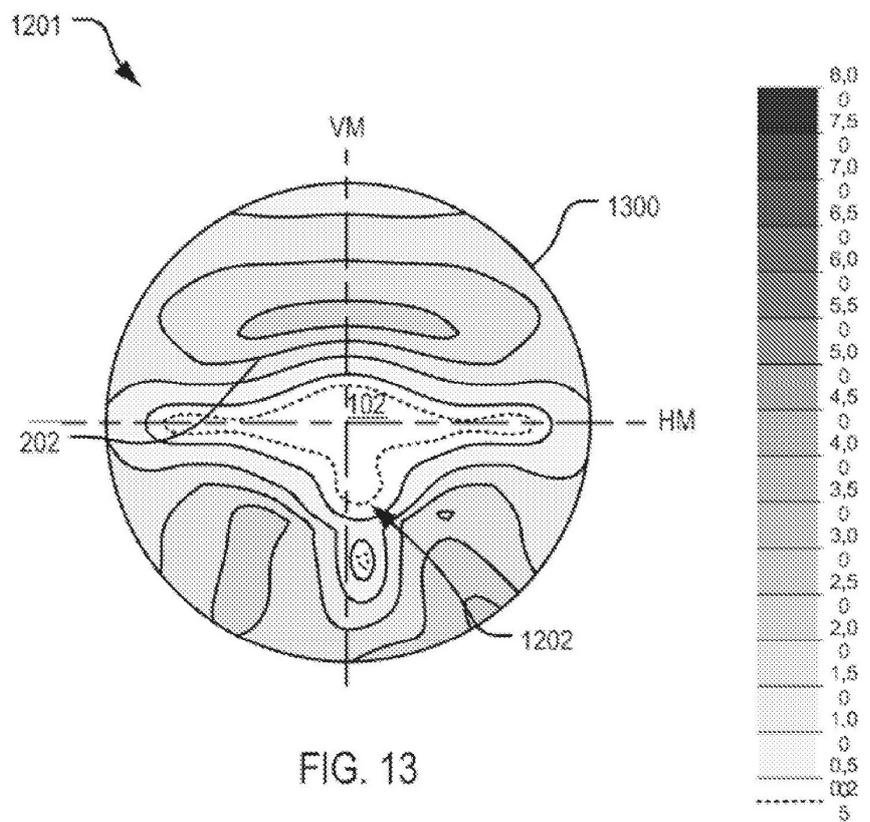
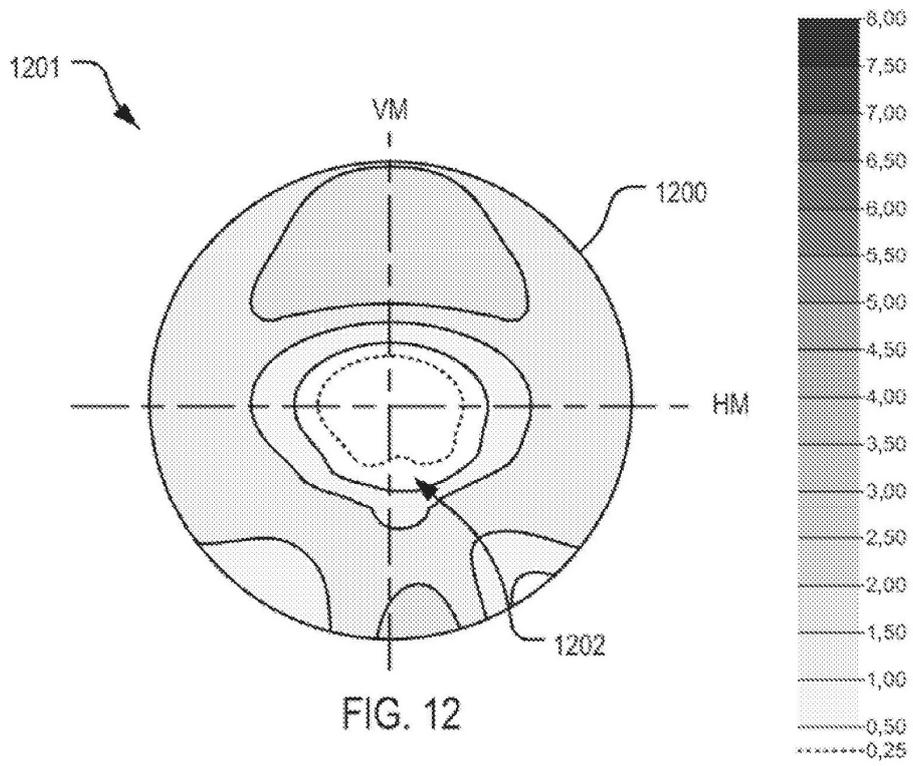


FIG. 11



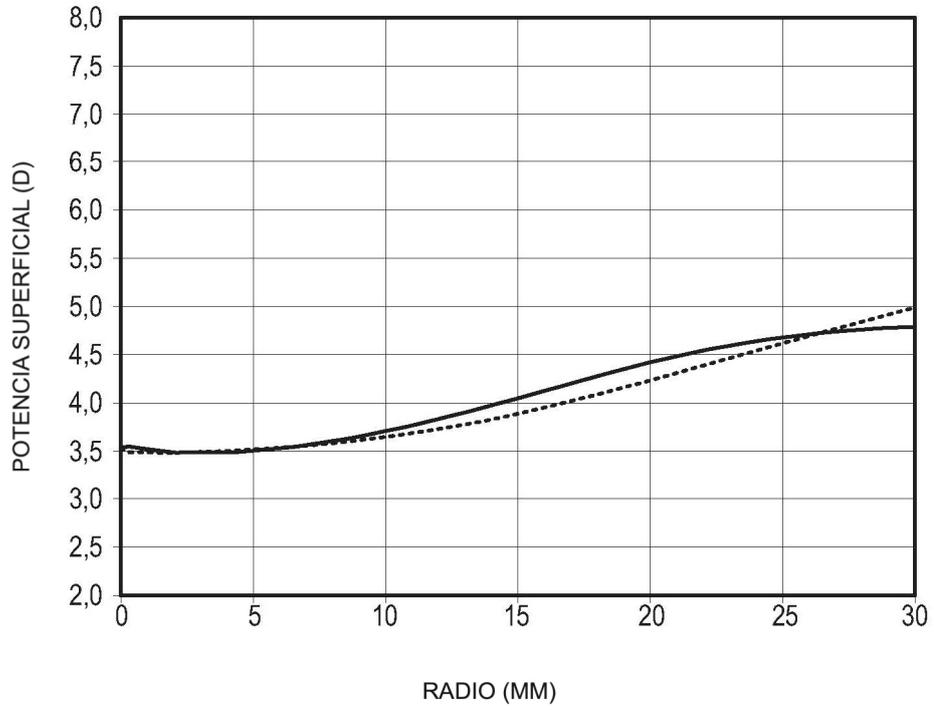


FIG. 14

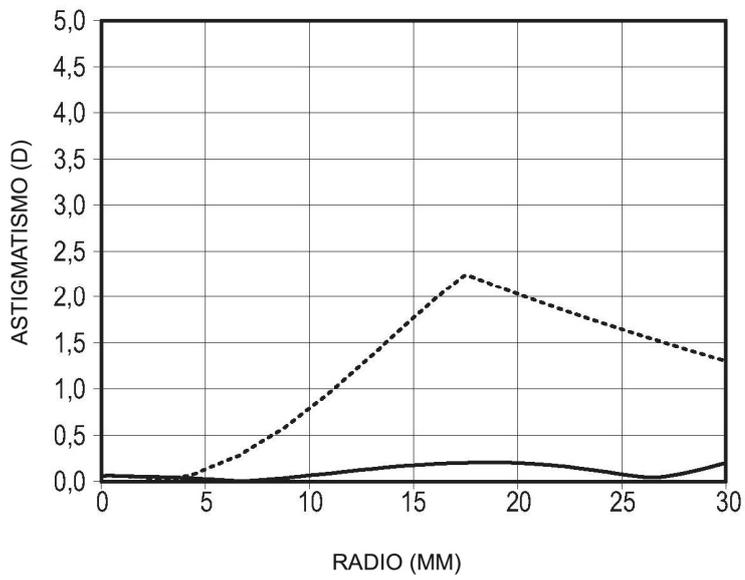


FIG. 15

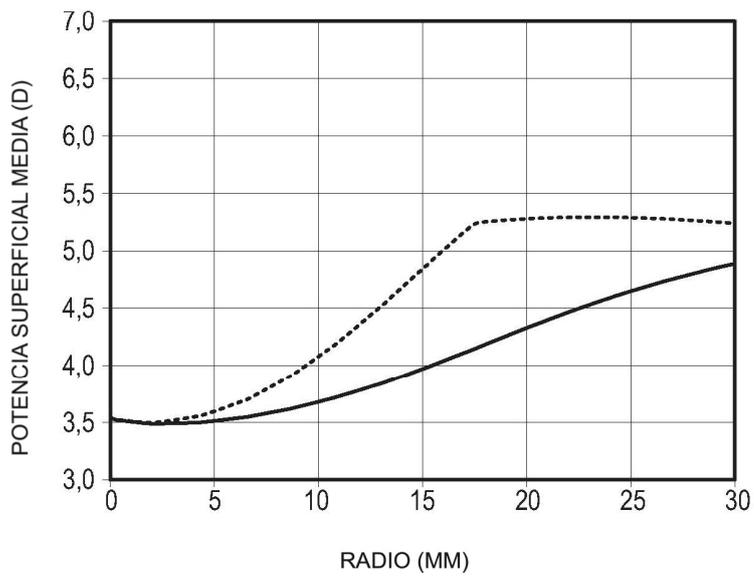


FIG. 16

1701

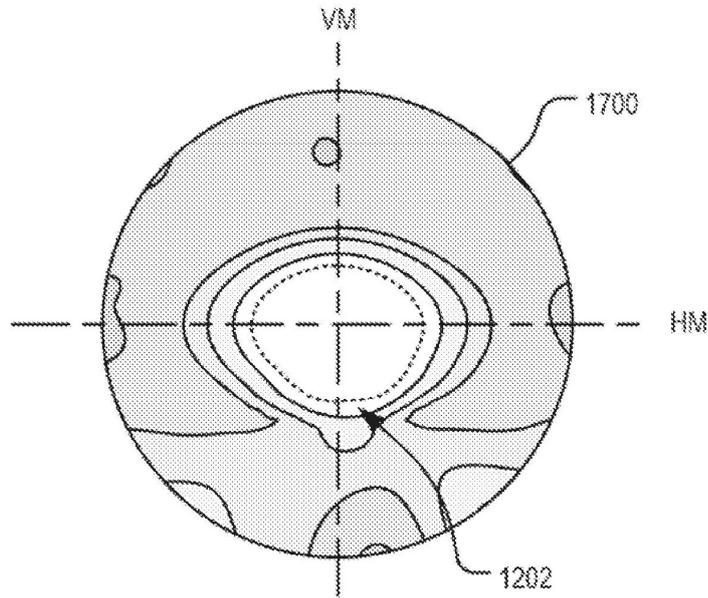
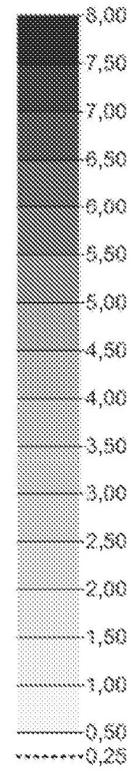


FIG. 17

DIOPTRIAS



1701

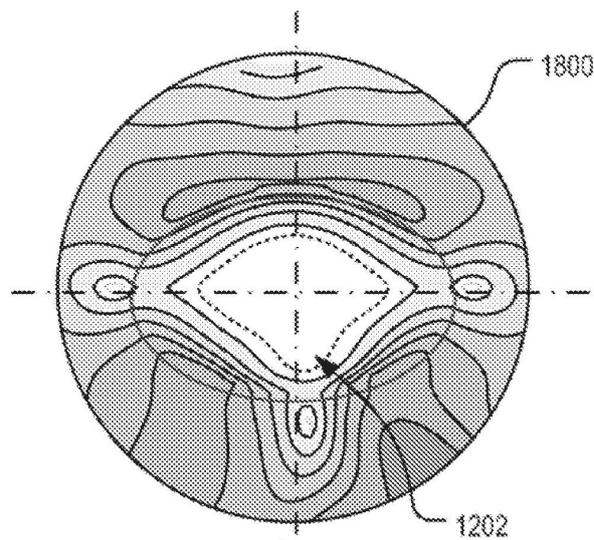
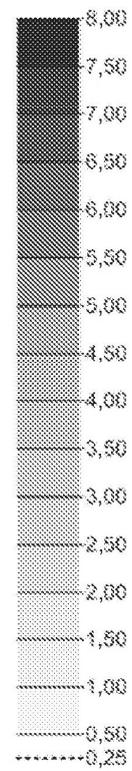


FIG. 18

DIOPTRIAS



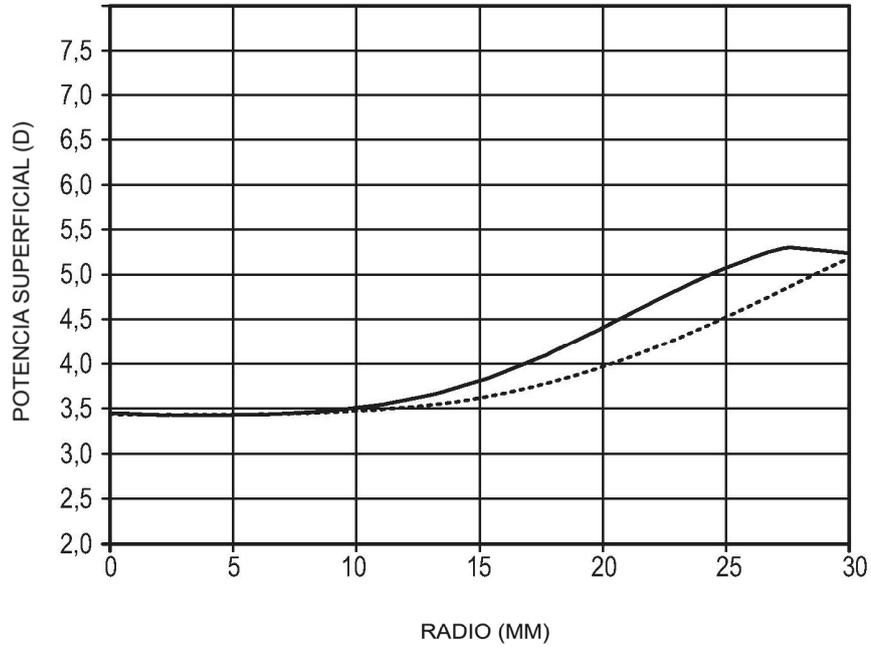


FIG. 19

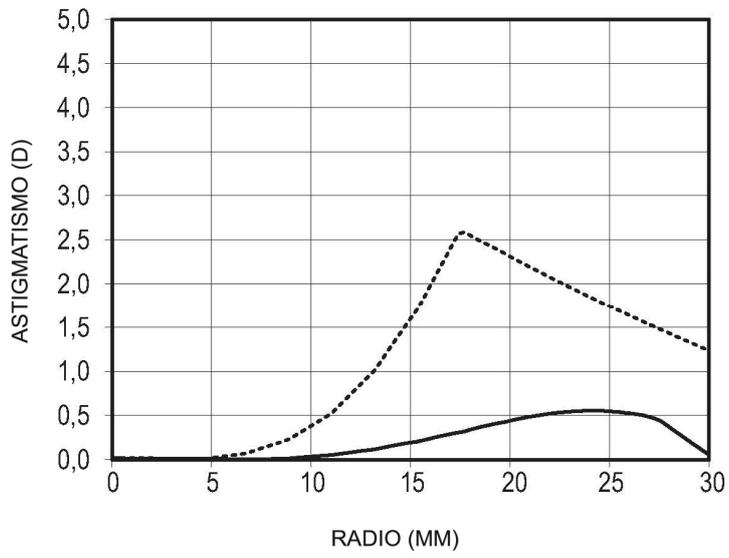


FIG. 20

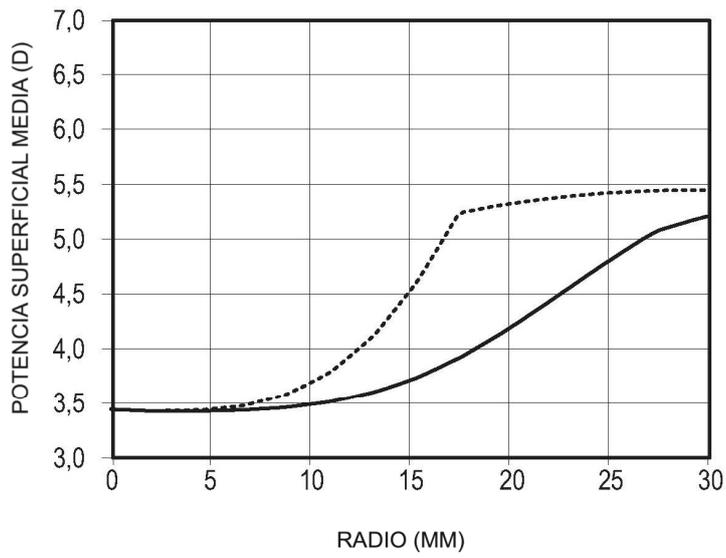
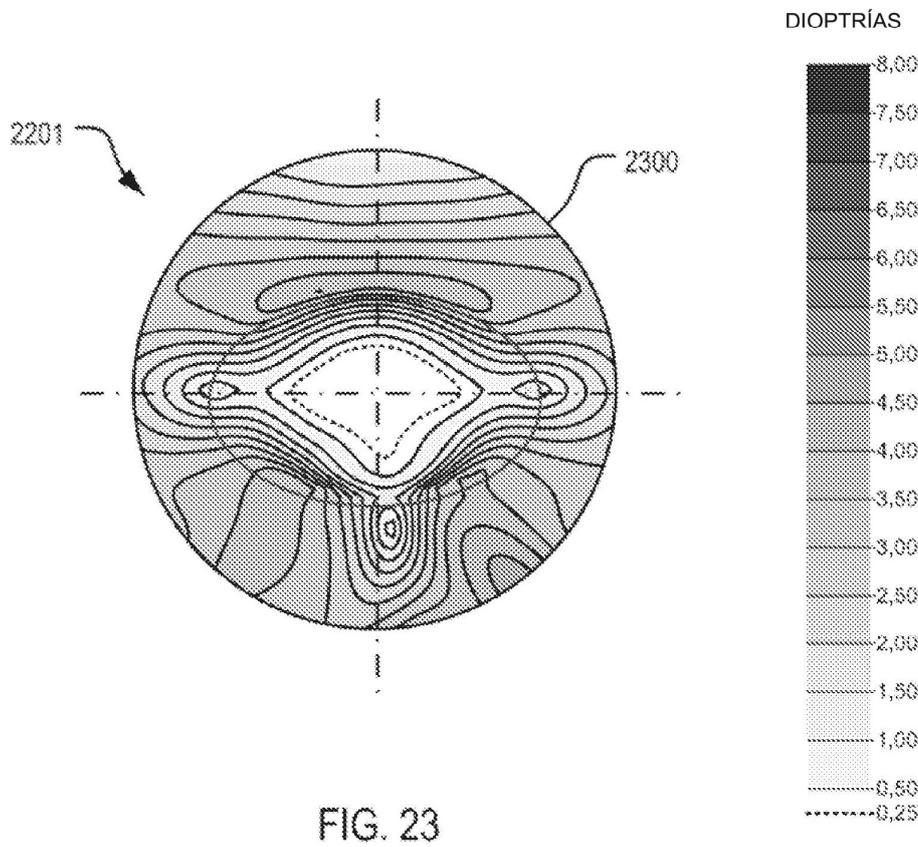
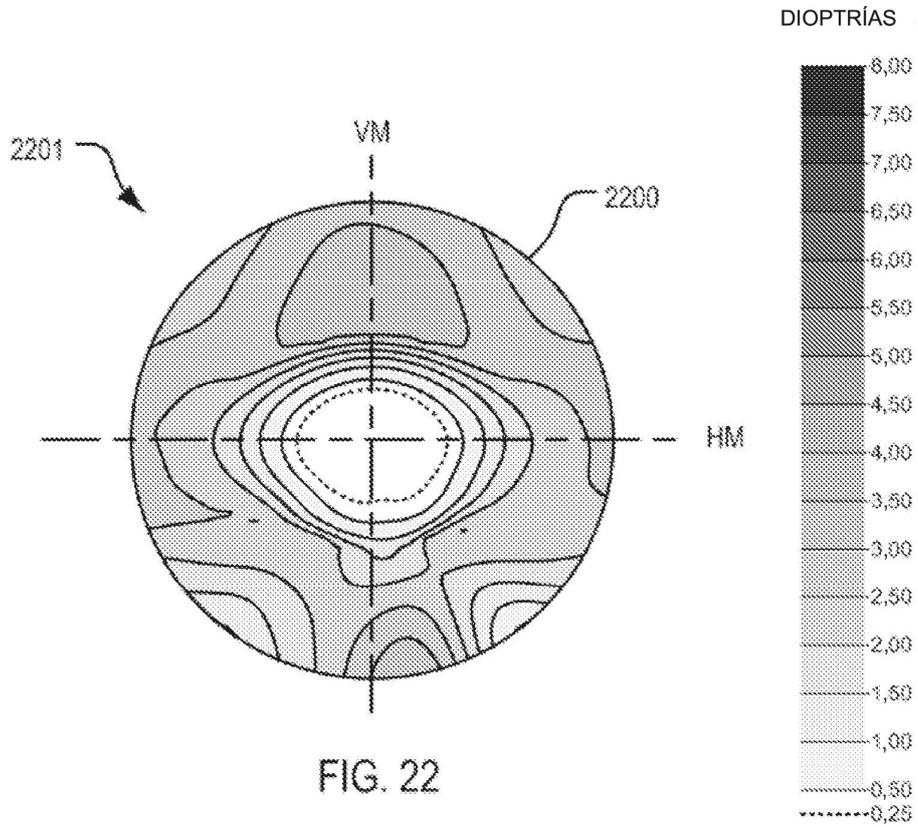


FIG. 21



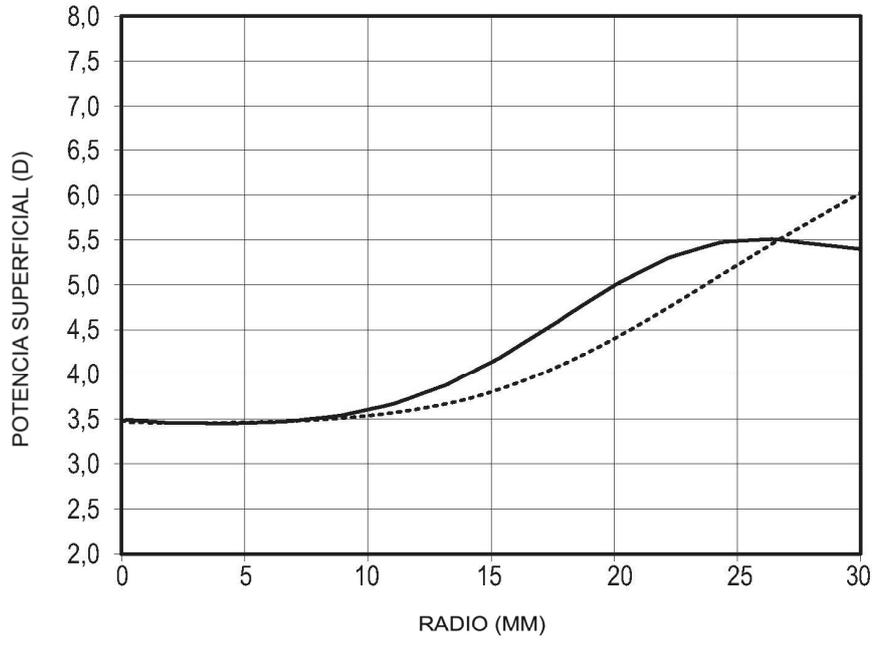


FIG. 24

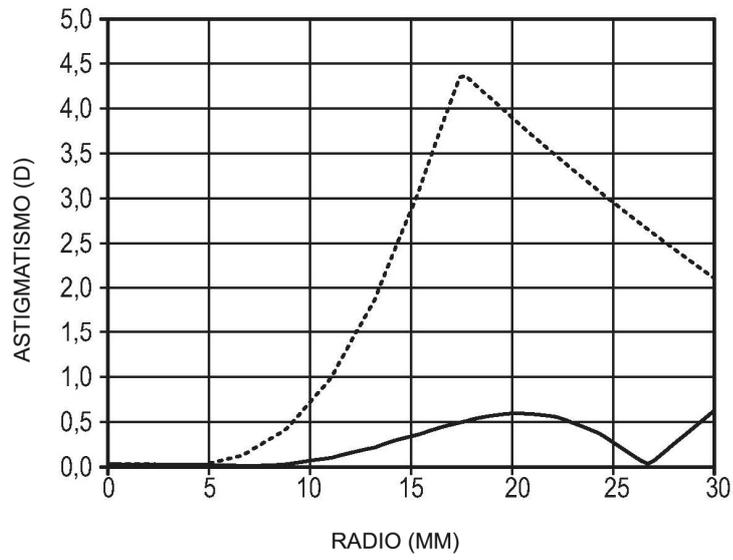


FIG. 25

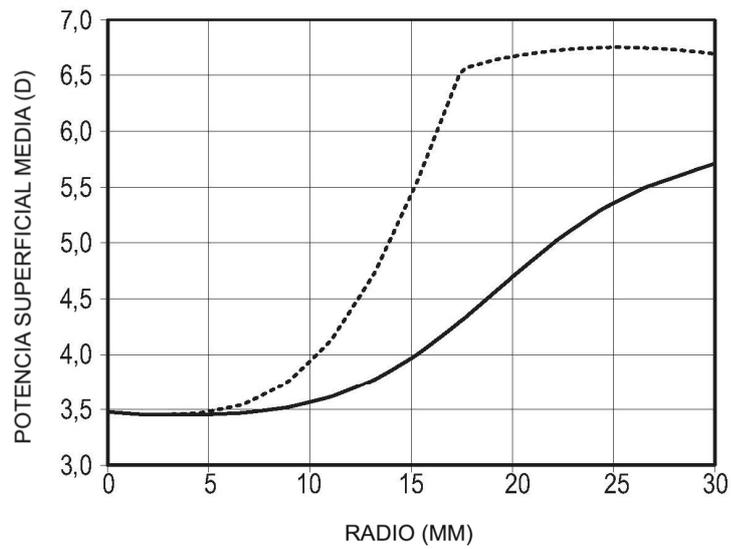
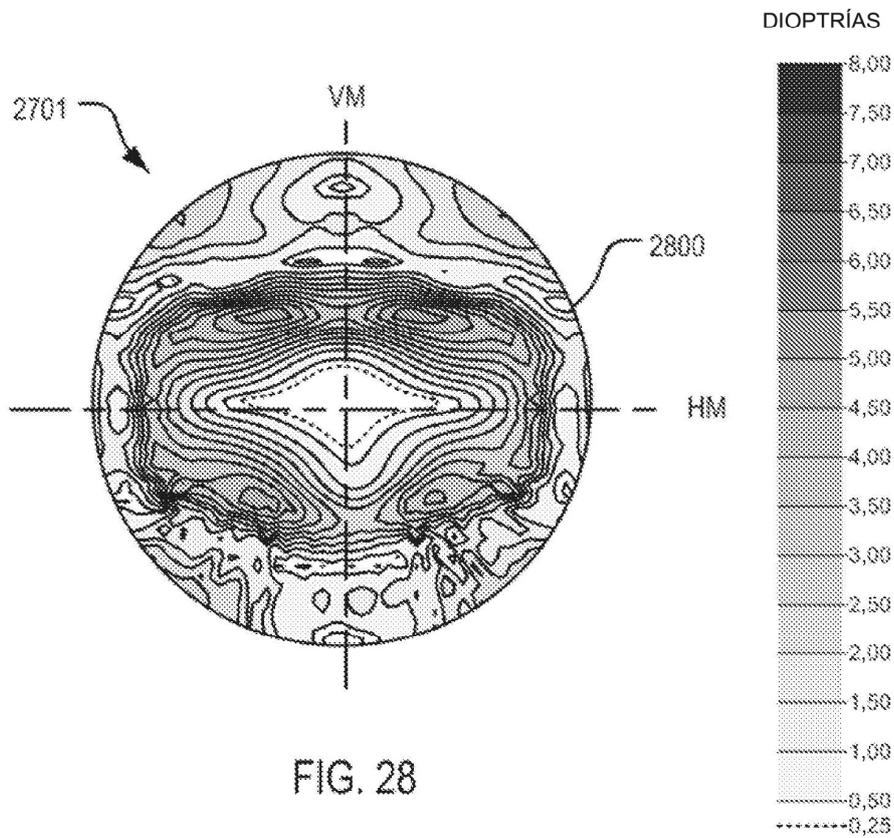
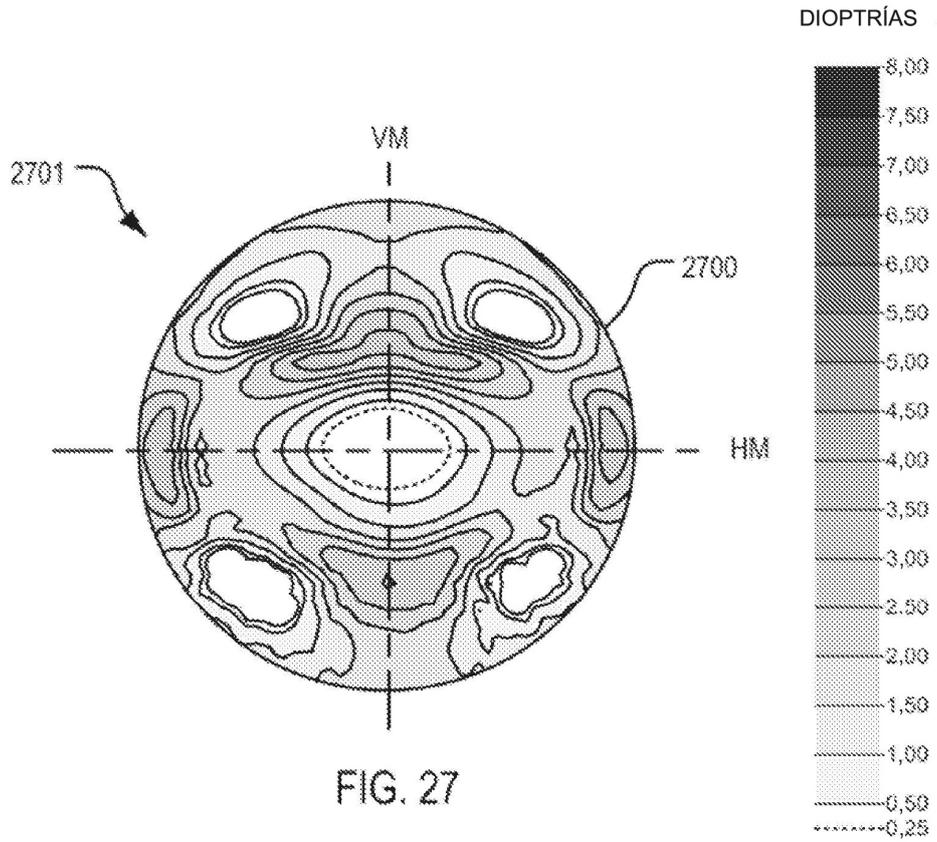


FIG. 26



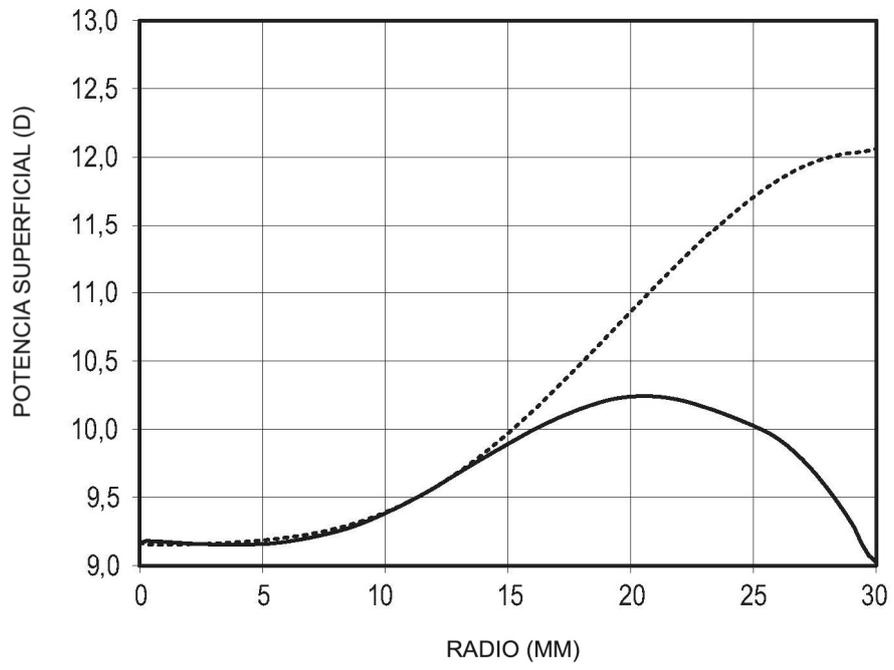


FIG. 29

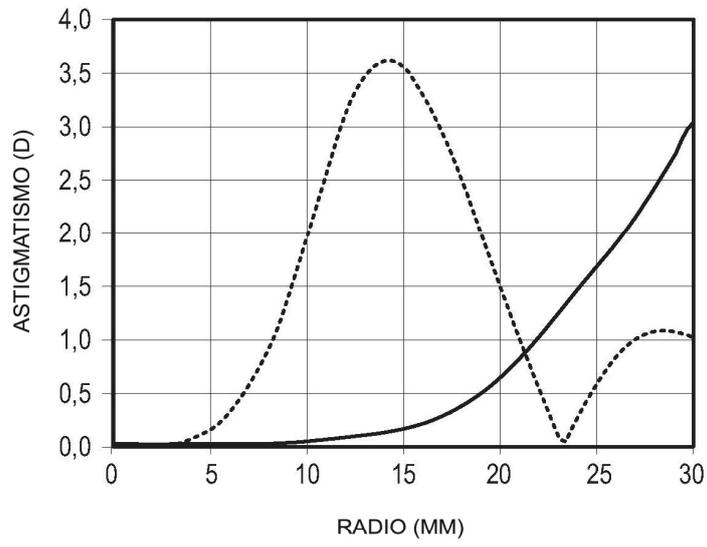


FIG. 30

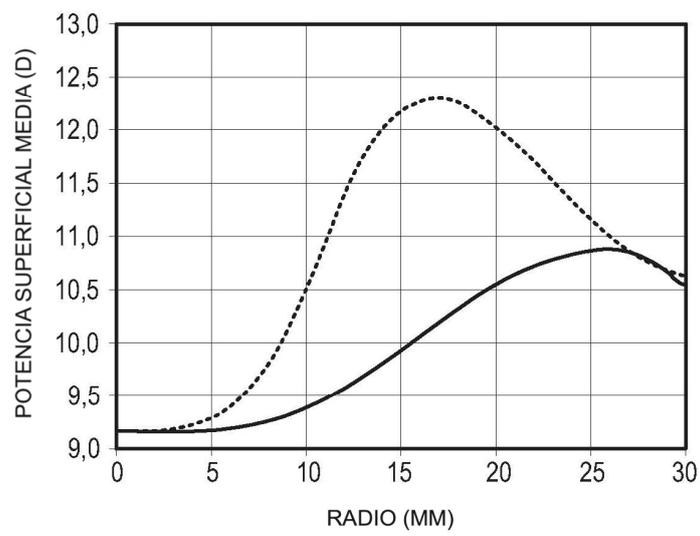


FIG. 31