

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 709**

51 Int. Cl.:

G02C 7/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2011** **PCT/JP2011/001748**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2011** **WO11129060**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2011** **E 11768587 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019** **EP 2560040**

54 Título: **Lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular**

30 Prioridad:

14.04.2010 JP 2010093192

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

20.02.2020

73 Titular/es:

MENICON CO., LTD. (50.0%)
21-19 Aoi 3-chome, Naka-ku
Nagoya-shi, Aichi 460-0006, JP y
OSAKA UNIVERSITY (50.0%)

72 Inventor/es:

SUZAKI, ASAKI;
GOTO, YUJI y
MAEDA, NAOYUKI

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 743 709 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 de contacto para la corrección de astigmatismo irregular

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una lente de contacto provista para la corrección de astigmatismo irregular causado por una córnea cónica o similar.

10 Antecedentes en la técnica

Desde el pasado, se han prescrito gafas y lentes de contacto para errores refractivos de los ojos. Estas gafas y lentes de contacto proporcionan una buena visión con la corrección de las características ópticas de los ojos que se prescriben de acuerdo con las características ópticas de los ojos del usuario. En particular para las lentes de contacto, están progresando varios tipos de investigación para lograr una mejor visión, y por ejemplo, se han propuesto muchas estructuras del pasado con objetivos, por ejemplo, tales como mejorar la estabilidad posicional en la dirección circunferencial al corregir el astigmatismo o presbicia, dando cuenta de las características ópticas bifocales al corregir la presbicia, lo que mejora la comodidad de uso y similares. Uno de los inventores de la presente invención también ha descrito en el documento de Patente japonesa n.º 3870219 (Documento de patente 1), una serie de lentes de contacto combinadas equipadas con una nueva estructura en común para la que no hubo pérdida significativa de la calidad de la visión, incluso cuando se desplazó la posición en la córnea.

Como se puede entender por el hecho de que sus características ópticas están especificadas por la potencia de la lente esférica, la potencia de la lente cilíndrica y la dirección axial de la lente cilíndrica, las gafas y las lentes de contacto de la estructura convencional exhiben un efecto correctivo eficaz sobre la miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo. Por otro lado, con este tipo de gafas y lentes de contacto, incluso cuando la potencia de la lente esférica, la potencia de la lente cilíndrica y la dirección axial de la lente cilíndrica coinciden lo suficiente con los ojos, aún puede haber quejas de "Es difícil de ver", "No puedo ver los objetos bien", y cosas así. Este tipo de problema de visión, que en el pasado no se podía poner en forma de valor numérico y se debía al astigmatismo irregular de los ojos, se llamó astigmatismo irregular residual.

Las lentes de contacto que tienen un efecto correctivo sobre este tipo de astigmatismo irregular residual se han vuelto a investigar, pero aún no es posible lograr un efecto satisfactorio que se pueda proporcionar a nivel práctico. Por ejemplo, el astigmatismo irregular residual a menudo se debe a una anomalía en la forma de la superficie corneal, tal como una córnea cónica o similar, por lo que el enfoque principal es corregir sustancialmente la forma corneal usando una lente de contacto dura que cubra la parte anormal de la forma de la superficie corneal y presionar para corregir la forma de la superficie corneal, o formar una lente lagrimal entre esta y la córnea, pero existen problemas tales como la parte anormal de la forma de la superficie corneal que se presiona fuertemente por el lado de la superficie interna de la lente de contacto dura, que produce irritación debido a las lentes de contacto duras, que requiere experiencia para su prescripción, que tiene un astigmatismo irregular residual que aparece nuevamente derivado de la forma de la superficie posterior de la córnea debido a la sobrecorrección del astigmatismo irregular debido a la forma de la superficie corneal por la lente de contacto dura y similares, por lo que aún no se ha alcanzado un punto satisfactorio. A la luz de esto, en los últimos años, se han probado métodos para reducir la presión, la irritación y los problemas de prescripción mediante el uso de lentes de contacto duras de gran diámetro que cubren la esclerocórnea, pero aún no se ha logrado resolver el problema de raíz. Además, se han llevado a cabo estudios sobre el procesamiento de la forma de la superficie de la lente utilizando la tecnología LASIK o similar, y la fabricación de lentes de contacto de pedido personalizado para manejar la forma de superficie corneal no uniforme de cada paciente, pero es difícil llevar a cabo esto técnicamente sin utilizar tecnología láser de alto coste, un torno de mecanizado de precisión especial o similar, por lo que no se ha logrado un uso práctico debido a problemas de tecnología de mecanizado y problemas en términos de costes de fabricación.

Mientras tanto, junto con los avances drásticos en la tecnología analítica óptica y electrónica en los últimos años, ha sido posible llevar a cabo mediciones cuantitativas usando un sensor de frente de onda incluso para el astigmatismo irregular residual que en el pasado no se pudo poner en forma de valor numérico. Al usar este sensor de frente de onda en el sistema óptico, para las aberraciones expresadas por los polinomios de Zernike, es posible medir y poner en forma de valor numérico no solo aberraciones de bajo orden que podrían corregirse con gafas y lentes de contacto de estructura convencional, tales como miopía, astigmatismo y similares, sino también aberraciones de alto orden que en el pasado se han considerado astigmatismo irregular residual.

Sin embargo, incluso si es posible poner el astigmatismo irregular residual en forma de valor numérico con el sistema óptico del ojo utilizando un sensor de frente de onda, por ejemplo, el modo del astigmatismo irregular residual difiere para cada individuo, por lo que es necesario para producir lentes de contacto individuales que tengan las características ópticas para corregir eso. Además, incluso si pueden darse las características ópticas que corrigen el astigmatismo irregular con un alto nivel de precisión para cada individuo junto con un mecanismo de posicionamiento para especificar la posición de reposo circunferencial en el estado de uso, la calidad de la visión es inestable debido a que no es posible controlar completamente el desplazamiento de la lente de contacto en la

córnea. Debido a eso, en última instancia, al igual que en el pasado, no solo no es posible evitar problemas con la tecnología de mecanizado y problemas en términos de costes de fabricación, sino que también es difícil decir que se logra una calidad de visión satisfactoria, y ha existido el problema de que todavía no es posible llevar a cabo una lente de contacto que exhiba un efecto correctivo eficaz para el astigmatismo irregular residual.

5

Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

10 Documento de patente 1: Patente Japonesa n.º 3870219

El documento de Patente DE 10 2005 022683 desvela una lente de contacto en la que la superficie posterior de la lente tiene una superficie de forma libre que forma una aberración característica en el medio n", que se compensa con la superficie de forma libre de la superficie frontal de la lente en el medio n, teniendo en cuenta los índices de refracción del aire, el material de las lentes de contacto y el líquido lacrimal, cuando el lente se encuentra en la córnea.

15

El documento de Patente US 2004/156013 desvela una lente oftálmica capaz de corregir o minimizar la presbicia, o de funcionar como una lente antimiopía. La lente oftálmica puede ser una lente de contacto, una lente intraocular fájica o una lente intraocular afájica. La lente oftálmica comprende una zona óptica, la zona óptica tiene una primera superficie y una segunda superficie opuestas e incluye una aberración de frente de onda similar a una coma orientada verticalmente desde la parte superior a la parte inferior de la lente oftálmica. También se desvela un método para minimizar/corregir la presbicia o para evitar que los ojos de los niños se vuelvan gravemente miopes.

20

El documento de Patente DE 20213760 desvela una lente de contacto que corrige los efectos de la presbicia tiene una primera zona de visión cercana con un índice de refracción alto, y una segunda zona de visión lejana con un índice de refracción más bajo. La distribución de los índices de refracción local de la lente, menos la refracción esférica y/o cilíndrica central, es esencialmente la de una coma óptica. Las porciones respectivas de la lente asignadas a visión de cerca y visión de distancia son esencialmente constantes. La parte de la lente de visión cercana está en el intervalo de un 25 a un 60 %.

25

El documento de Patente WO 2008/077006 desvela una lente oftálmica con correcciones de visión superiores que proporcionan una agudeza visual y sensibilidad al contraste significativamente mejoradas. Las correcciones de visión superiores incluyen la corrección precisa de dos conjuntos de modos de aberración simultáneamente, el astigmatismo de segundo orden y la aberración esférica de cuarto orden, en lugar de corregir solo el astigmatismo de segundo orden o corregir simultáneamente todas las aberraciones presentes. El astigmatismo de cuarto orden, la aberración esférica de sexto orden y la coma de tercer orden se corrigen adicionalmente en otros esquemas de corrección visual superiores.

35

Sumario de la invención

Problema que intenta resolver la invención

La presente invención se creó con las circunstancias descritas anteriormente como antecedentes, y su objetivo es llevar a cabo una tecnología novedosa que pueda proporcionar de manera eficaz lentes de contacto capaces de exhibir un buen efecto correctivo incluso en el astigmatismo irregular debido a una córnea cónica o similar para la cual la corrección no es posible con gafas o lentes de contacto convencionales (astigmatismo irregular residual) al considerar la información de medición del astigmatismo irregular residual del sistema óptico del ojo utilizando un sensor de frente de onda desarrollado en los últimos años, sin depender de pedidos personalizados para cada usuario, utilizando una estructura práctica y novedosa que se puede producir industrialmente en masa.

45

50

Medios para resolver el problema

Para abordar estos problemas, los inventores de la presente invención estudiaron en primer lugar los resultados de la medición usando un sensor de frente de onda en un ojo sujeto de prueba con astigmatismo irregular residual, e investigaron las características. Como resultado, confirmaron que hay tendencias comunes en pacientes con córneas cónicas, que son la causa de muchos casos de astigmatismo irregular residual. Además, hicieron que los pacientes con córnea cónica usaran diversos tipos determinados de lentes de contacto de características ópticas, midieron las características ópticas usando un sensor de frente de onda en un estado con las lentes usadas, y llevaron a cabo más investigaciones. A continuación, descubrieron que al proporcionar al mercado tipos determinados de lentes de contacto de características ópticas un nivel para el cual es posible la producción en masa, es posible exhibir buenos efectos correctivos para pacientes con astigmatismo irregular residual debido a una córnea cónica, y fueron capaces de completar la presente invención basada en ese conocimiento.

55

60

Un primer modo de la presente invención es una lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular de acuerdo con la reivindicación 1.

65

La lente de contacto con la estructura de acuerdo con este modo es la primera lente de contacto capaz de corregir el astigmatismo irregular con un alto nivel de utilidad práctica y que se puede producir industrialmente en masa. Esto se basa en el nuevo descubrimiento del presente inventor de que es posible exhibir suficientes efectos correctivos

5 utilizando características ópticas simples para las cuales el área de corrección positiva y el área de corrección negativa se proporcionan en una línea radial especial, incluso para el astigmatismo irregular residual que en el pasado se pensó que solo se podía corregir con pedidos personalizados debido a las grandes diferencias entre los individuos.

10 En particular, las bases para proporcionar una lente de contacto eficaz para la corrección del astigmatismo irregular residual usando este tipo de característica óptica simple son, en primer lugar, debido a que los presentes inventores descubrimos que con el análisis y el estudio de los resultados de medición de los ojos del paciente usando el sensor de frente de onda, es posible comprender de forma aproximada el astigmatismo irregular residual en el sistema óptico del ojo como una aberración con tendencias comunes para muchas personas y, en segundo lugar, debido a

15 que los presentes inventores descubrimos que, según el análisis y el estudio de los resultados de medición de los ojos del paciente que usan lentes de contacto usando un sensor de frente de onda es posible exhibir suficiente efecto correctivo sobre el astigmatismo irregular residual, incluso cuando no es una lente de contacto con características ópticas perfectamente correlacionadas con el astigmatismo irregular residual para cada individuo.

20 En lo que respecta al primer punto, bajo la condición de haber creído que la única opción es manejar las cosas individualmente debido a que hay una distribución de potencia desigual en la córnea del astigmatismo irregular residual que no se pudo corregir con gafas o lentes de contacto convencionales, el descubrimiento que es posible con la presente invención que utiliza información del sensor de frente de onda para exhibir un efecto correctivo efectivo incluso en este astigmatismo irregular residual como una lente de contacto lista para uso al establecer una

25 distribución de potencia específica que tiene una gran importancia técnica.

En lo que respecta al último punto, con una lente de contacto para la cual no es posible evitar completamente el movimiento en la córnea del ojo, cuando el astigmatismo irregular residual se mide con alta precisión utilizando un sensor de frente de onda o similar para cada individuo y se dan características completamente coincidentes, los

30 presentes inventores descubrimos que existe una tendencia a que la calidad de la visión sea inestable debido al desplazamiento de la lente de contacto en la córnea. Los presentes inventores pudimos confirmar que, en comparación con este caso, hubo mejores resultados con la estabilidad de la calidad de la visión y, por lo tanto, el efecto correctivo sobre el astigmatismo irregular residual, como se ha descrito anteriormente, con lentes de contacto con características ópticas que se correlacionan aproximadamente, sin correlacionarse perfectamente con el

35 astigmatismo irregular residual para cada individuo. Se cree que esto se debe a que la calidad de la visión no se puede capturar con un simple análisis del sistema óptico del ojo, y se relaciona con el mecanismo de adaptación visual del ojo humano con el cual las señales obtenidas con el sistema óptico del ojo se procesan en el cerebro, y también se cree que tiene una parte en común con la tecnología mencionada, por ejemplo, en el Documento de Patente 1 propuesta previamente por el presente solicitante. Las áreas basadas en este procesamiento cerebral no

40 se pueden poner en forma de valor numérico incluso con un sensor de frente de onda, y se deben basar en el juicio subjetivo del paciente, pero se pueden confirmar mediante estadísticas.

Además, al establecer una potencia de lente positiva en un lado en la línea radial especial, y establecer una potencia de lente negativa en el otro lado, es posible lograr un efecto correctivo eficaz sobre el astigmatismo irregular debido

45 a la aberración de alto orden que es el objetivo, evitando el empeoramiento de la comodidad de uso al suprimir la dimensión de espesor máximo de la lente de contacto.

Mientras tanto, la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular de la presente invención no es un elemento que corrige sustancialmente la forma de la córnea usando una lente lacrimal como con la lente de contacto dura de la estructura convencional, por lo que es deseable llevar a cabo esto usando una lente de contacto blanda de hidrogel convencional o una lente de contacto blanda de hidrogel de silicona, y al hacerlo de ese modo, las

50 prescripciones son significativamente más fáciles, lo que permite lograr una comodidad de uso significativamente mejor con una gran reducción en la irritación del uso de lentes de contacto duras.

Se ha de observar que, como "mecanismo de posicionamiento" con este modo, es posible usar cualquier estructura conocida de forma convencional para la cual es posible establecer la posición de reposo circunferencial durante el uso de lentes de contacto usando gravedad, presión de párpado o similar, y en términos específicos, es posible utilizar un lastre de prisma o una losa o similar como mecanismo de posicionamiento.

Además, para la "diferencia de potencia asimétrica debido al astigmatismo irregular" de este modo, es un elemento para el cual la potencia de la lente (potencia refractiva) del sistema óptico del ojo en la córnea representa un modo de distribución que, con astigmatismo irregular, no tiene simetría puntual como con la miopía e hipermetropía, y no tiene simetría lineal como con el astigmatismo. De ese modo, la diferencia de potencia asimétrica debido al astigmatismo irregular incluye diferencias debido a una córnea cónica, así como diferencias que, después de una cirugía oftálmica tal como el uso de una lente intraocular (LIO) o la corrección de la refracción corneal (LASIK) o similares, se producen debido a la disposición inclinada de la lente intraocular, la excentricidad de la posición de

60

65

disposición de corrección de refracción corneal o similar. También incluye diferencias que se producen debido a la anomalía de la forma de la superficie posterior de la córnea después de la corrección de la córnea cónica usando una lente de contacto dura debido a la corrección excesiva del astigmatismo irregular debido a la forma de la superficie corneal por la lente de contacto dura. Además, el astigmatismo irregular debido a cualquiera de tales aberraciones de alto orden también es un elemento con características ópticas que tienen aproximadamente las mismas tendencias, por lo que es posible exhibir el mismo efecto correctivo usando una lente de contacto que tiene una estructura de acuerdo con la presente invención.

Además, la "parte central de cada área de corrección para la cual se establece la potencia máxima o mínima de la lente" con este modo significa la parte que excluye el borde periférico externo de cada área de corrección, y no significa el centro geométrico matemático de cada área de corrección, sino que significa la posición separada del borde periférico exterior de cada área de corrección hacia el lado central.

En una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular constituida de acuerdo con la invención, en la que la línea radial especial se extiende en una dirección vertical en la posición de reposo circunferencial de la lente de contacto especificada por el mecanismo de posicionamiento.

La lente de contacto de este modo es especialmente buena para la corrección del astigmatismo irregular debido a una córnea cónica. Esto se debe probablemente a que muchos casos de astigmatismo irregular residual se deben a la córnea cónica y, de acuerdo con el descubrimiento de los presentes inventores a través de las estadísticas, una tendencia común con el astigmatismo irregular debido a la córnea cónica es que se produce una parte abultada en la parte inferior del ojo debido a la córnea cónica, se produce una diferencia de potencia asimétrica en dirección vertical, y en especial la aberración comática se produce con facilidad como una aberración de alto orden que se mide con un sensor de frente de onda.

Como la "línea radial que se extiende en la dirección vertical" con este modo, esta no se limita a ser estrictamente una línea vertical, y es aceptable siempre que se extienda en una dirección vertical y, en términos específicos, se reconozca como un elemento para cuya inclinación de menos de 45 grados a ambos lados de la periferia en relación con una línea vertical se extiende verticalmente en lugar de lateralmente.

En una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular constituida de acuerdo con el segundo modo, en la que en la línea radial especial, el área de corrección positiva se proporciona en un lado superior, y el área de corrección negativa se proporciona en un lado inferior.

La lente de contacto de este modo se puede usar aún más adecuadamente para la corrección del astigmatismo irregular causado por una córnea cónica. Dado que la parte abultada debida a la córnea cónica se produce estadísticamente en el lado inferior del ojo, al establecer el área de corrección positiva en el lado superior de la lente de contacto y el área de corrección negativa en el lado inferior, probablemente sea posible exhibir un efecto correctivo aún más eficaz sobre el astigmatismo irregular basado en su diferencia de potencia relativa de la lente.

El segundo modo de la presente invención es la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular constituida de acuerdo con cualquiera de los primeros modos, en la que en la línea radial especial, el área de corrección positiva y el área de corrección negativa se forman con potencias de lente que cambian de forma suave.

En términos específicos, el diseño es tal que los cambios de potencia de la lente que se extienden a lo largo de toda la línea radial especial se expresan mediante una curva cuadrática, una curva cúbica, una línea curva expresada mediante una expresión polinómica, una curva sinusoidal o similar, o alguna combinación de estos, y esto se utiliza para mejorar aún más la calidad de la visión. Cambiar de forma suave significa que, cuando se consideran todos los puntos en la línea que representan los cambios de potencia de la lente como puntos de conexión, hay tangentes comunes en todos esos puntos de conexión, y el modo de cambio no incluye un punto de flexión en el que existen dos tangentes. Aún más preferentemente, al hacer que la potencia de la lente cambie usando tangentes comunes también para los sitios de conexión del área de lente positiva y el área de lente negativa, la potencia de la lente se configura para cambiar suavemente en toda la línea radial especial.

En una lente de contacto de acuerdo con la invención, centrándose en el hecho de que hay muchas aberraciones comáticas entre las aberraciones de alto orden para las cuales se miden las diferencias de potencia asimétricas debido a una córnea cónica utilizando un sensor de frente de onda, esto proporciona una lente de contacto que puede realizar una corrección eficaz en especial en astigmatismo irregular debido a una córnea cónica. Esto se puede proporcionar de forma adecuada como una lente de contacto que exhibe un efecto correctivo eficaz para la aberración comática vertical.

Un tercer modo no cubierto por la invención es una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular constituida de acuerdo con cualquiera de los modos primero o segundo, en la que se intercala la línea radial ortogonal en relación con la línea radial especial, se utiliza un lado de medio ciclo como área de corrección positiva, y se usa otro lado de medio ciclo como área de corrección negativa.

La lente de contacto de este modo puede exhibir un efecto correctivo eficaz sobre los síntomas típicos de una córnea cónica que se produce en una de las áreas de medio ciclo de la córnea.

5 El cuarto modo de la presente invención es una lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular constituida de acuerdo con cualquiera de los modos primero a tercero, en la que al menos una de la potencia máxima de la lente del área de corrección positiva y la potencia mínima de la lente del área de corrección negativa se establece en la línea radial especial, y en una posición alejada de un centro del área de corrección positiva y el área de corrección negativa.

10 Con la lente de contacto de este modo, el punto de valor extremo del área de corrección positiva o el área de corrección negativa (posición de potencia máxima de la lente en el área de corrección positiva o posición de potencia mínima de la lente en el área de corrección negativa) se puede ajustar de forma correspondiente a las características ópticas del ojo en el que se usa la lente, en la dirección radial de la lente.

15 El quinto modo de la presente invención es una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular constituida de acuerdo con cualquiera de los modos primero a cuarto, en la que la potencia máxima de la lente del área de corrección positiva y la potencia mínima de la lente del área de corrección negativa están establecidas en posiciones que tienen una distancia de separación de 0,5 a 2,5 mm del centro geométrico de la lente.

20 Con la lente de contacto de este modo, a partir de los resultados del estudio estadístico y similares de los casos de córnea cónica, esto es especialmente adecuado para la corrección del astigmatismo irregular debido a una córnea cónica.

25 El sexto modo de la presente invención es una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular constituida de acuerdo con cualquiera de los modos primero a quinto, en la que el valor absoluto de la potencia máxima de la lente del área de corrección positiva y el valor absoluto de la potencia mínima de la lente del área de corrección negativa son iguales entre sí.

30 Con la lente de contacto de este modo, es posible obtener un efecto correctivo eficaz sobre la aberración comática debida a una córnea cónica, mientras se evita tener un efecto adverso sobre otras aberraciones.

35 El séptimo modo de la presente invención es una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular constituida de acuerdo con cualquiera de los modos primero a sexto, en la que la lente tiene características ópticas para corregir errores de refracción de aberración de bajo orden a través de una potencia de lente esférica (miopía, hipermetropía, y presbicia) y una potencia de lente cilíndrica (astigmatismo).

40 Con este modo, sin requerir un sistema óptico correctivo separado tal como gafas es posible proporcionar un sistema óptico correctivo de los ojos que pueda exhibir un efecto correctivo eficaz usando simplemente la lente de contacto, no solo en las aberraciones de bajo orden de los ojos tales como miopía, hipermetropía y presbicia, sino también aberraciones de alto orden de los ojos que no se pueden manejar convencionalmente cuáles como astigmatismo irregular residual. Con la lente de contacto de este modo, por ejemplo, además de configurar una superficie óptica que exhibe un efecto correctivo tanto para las aberraciones de bajo orden como para las aberraciones de alto orden para una de las superficies frontal o posterior de la lente, también es posible configurar una superficie óptica que exhibe un efecto correctivo en las aberraciones de bajo orden para una de las superficies frontal o posterior de la lente mientras establece una superficie óptica que exhibe un efecto correctivo sobre las aberraciones de alto orden en el otro.

45 El octavo modo de la presente invención es una serie de combinación de lentes de contacto para la cual se combina una pluralidad de lentes de contacto que tienen distribuciones de potencia asimétricas mutuamente diferentes, cada una de las lentes de contacto se proporciona para la corrección del astigmatismo irregular, que está adaptada para corregir diferencia de potencia sin ética de vida al astigmatismo irregular causado por un contacto cónico de la lente de la córnea de acuerdo con la reivindicación 7.

50 Una serie de combinación de lentes de contacto que usa la estructura de acuerdo con este modo, específicamente, una estructura de combinación de lentes específicas que son materiales, se puede entender como un conjunto de lentes de contacto que combina una pluralidad de lentes de contacto que tienen características ópticas mutuamente diferentes. De ese modo, al proporcionar al mercado este tipo de serie de combinación de lentes de contacto, al igual que con las lentes de contacto de corrección de miopía convencionales o similares, simplemente aplicando de acuerdo con el paciente una lente de contacto que no sea un pedido del cliente para la cual se establecen una pluralidad de tipos de características ópticas de antemano, es posible proporcionar una lente de contacto que pueda exhibir un buen efecto correctivo sobre el astigmatismo irregular residual que no se pudo manipular en el pasado. En especial con este modo, es muy significativo que sea posible proporcionar a nivel práctico una lente de contacto que exhiba un efecto correctivo eficaz sobre el astigmatismo irregular residual utilizando un método de fabricación industrial y un método de ajuste que no requiere un alto nivel de conocimiento en el sitio o mecanizado.

65 La novena realización de la presente invención es una serie de combinación de lentes de contacto constituida de

acuerdo con el octavo modo, en el que las características ópticas para las lentes de contacto respectivas se hacen diferentes al hacer una diferencia entre un valor máximo de la potencia de lente positiva de la corrección positiva área y un valor mínimo de la potencia de lente negativa del área de corrección negativa diferente en una pluralidad de etapas por cada dos dioptrías.

5 De acuerdo con este modo, es posible lograr un efecto correctivo eficaz sobre el astigmatismo irregular residual para muchos pacientes mientras se suprimen las lentes de contacto combinadas en un número adecuado.

10 El décimo modo de la presente invención es una serie de combinación de lentes de contacto constituida de acuerdo con el octavo o noveno modo, en el que en cada etapa para la cual la potencia de lente positiva del área de corrección positiva y la potencia de lente negativa del área de corrección negativa se hacen diferentes en una pluralidad de etapas, las características ópticas mutuamente diferentes se establecen además haciendo una posición de una potencia máxima de lente del área de corrección positiva y una posición de una potencia mínima de lente del área de corrección negativa diferente en una pluralidad de etapas de un centro geométrico de la lente en la línea radial especial.

15 De acuerdo con este modo, es posible proporcionar una lente de contacto incluida en una serie combinada que exhiba un efecto correctivo más eficaz para el astigmatismo irregular residual para cada paciente de acuerdo con el número de posiciones de valores extremos establecidos respectivamente en el área de corrección positiva y área de corrección negativa.

20 El undécimo modo de la presente invención es una serie de combinación de lentes de contacto constituida de acuerdo con cualquiera de los modos octavo a décimo, en la que en cada etapa para la cual la potencia de lente positiva del área de corrección positiva y la potencia de lente negativa del área de corrección negativa se hacen diferentes en una pluralidad de etapas, las características ópticas mutuamente diferentes se establecen haciendo una posición de la línea radial especial en una dirección circunferencial en relación con una dirección vertical en la posición de reposo circunferencial de la lente de contacto especificada por el mecanismo de posicionamiento diferente en una pluralidad de etapas.

25 De acuerdo con este modo, por ejemplo, incluso si la posición en la que se produce la córnea cónica en la córnea (posición reconocida como el vértice) es diferente en la dirección circunferencial para cada paciente, es posible proporcionar una serie combinada de lentes de contacto que exhiban un efecto correctivo más eficaz sobre el astigmatismo irregular residual para cada paciente.

30 El duodécimo modo de la presente invención es un conjunto de lentes de contacto y gafas de corrección de astigmatismo irregular, en el que la lente de contacto está constituida por una lente de contacto de acuerdo con cualquiera de los modos primero a undécimo, mientras que las gafas son gafas equipadas con lentes para la corrección de errores de refracción de aberración de bajo orden a través de una potencia de lente esférica y una potencia de lente cilíndrica, y la lente de contacto y las gafas se usan en combinación para corregir un sistema óptico de ojos en cooperación conjunta.

35 Con este modo, además de corregir la aberración de alto orden, que es una diferencia de potencia asimétrica debido al astigmatismo irregular usando una lente de contacto, al corregir también las aberraciones de bajo orden con anteojos, es posible llevar a cabo lentes combinadas que exhiben un alto efecto correctivo en general (en cooperación) sobre errores refractivos de los ojos. En particular, las lentes de las gafas no requieren una acción correctiva sobre la aberración de alto orden, y debido a eso, es posible usar un elemento para el cual una combinación de la potencia de lente esférica conocida de forma convencional (miopía, hipermetropía, y presbicia) y la potencia de la lente cilíndrica (astigmatismo) se configura según la necesidad. A continuación, al combinar de esta manera con las gafas convencionales y usar lentes de contacto con una constitución especial de acuerdo con la presente invención, es posible evitar establecer una pluralidad de estándares y realizar una fabricación más compleja debido a la adición de una función de corrección para aberraciones de bajo orden a la lente de contacto, por lo que es posible mejorar los estándares para corregir el astigmatismo irregular en esa cantidad, y es posible llevar a cabo de manera eficaz, práctica y a bajo coste un sistema óptico correctivo para los ojos que sea capaz de exhibir un efecto correctivo eficaz.

40 El decimotercer modo de la presente invención es un conjunto de una lente de contacto de corrección de astigmatismo irregular y una lente de contacto dura, en el que la lente de corrección de astigmatismo irregular está constituida por una lente de contacto de acuerdo con cualquiera de los modos primero a undécimo, mientras que la lente de contacto dura tiene la capacidad de corregir errores de refracción de aberración de orden bajo a través de una potencia de lente esférica, y la lente de contacto de corrección de astigmatismo irregular y la lente de contacto dura se usan en combinación para corregir un sistema óptico de los ojos en cooperación conjunta.

45 Con este modo, además de corregir las aberraciones de alto orden que son diferencias de potencia asimétricas debido al astigmatismo irregular con una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular, al corregir las aberraciones de bajo orden con una lente de contacto dura, es posible realizar una lente combinada que exhibe un alto efecto correctivo en general (en cooperación) sobre los errores de refracción de los ojos. Cuando se corrige

utilizando lentes de contacto duras convencionales, el astigmatismo irregular residual se produce nuevamente debido a la forma de la superficie posterior de la córnea por la sobrecorrección del astigmatismo irregular debido a la forma de la superficie corneal. A la luz de eso, al usar una lente de contacto para corregir el astigmatismo irregular en forma combinada desde arriba de la lente de contacto dura o debajo de la lente de contacto dura (en cooperación con la lente de contacto dura), es posible llevar a cabo una lente combinada que exhibe un alto efecto correctivo en general sobre los errores de refracción de los ojos. En ese momento, una lente de contacto blanda es adecuada como lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular de la presente invención. Además, cuando se usa en un estado con dos lentes de contacto superpuestas en forma de lengüeta, la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular y la lente de contacto dura pueden adherirse entre sí con antelación, o también se pueden usar como elementos separados entre sí. En particular, con la lente de contacto rígida, no se requiere una acción de corrección de aberración de alto orden, y debido a eso, es posible usar un elemento para el cual se establece una combinación con la potencia de lente esférica conocida de forma convencional (miopía, hipermetropía y presbicia) según sea necesario. De ese modo, al usar la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular de la constitución especial de acuerdo con la presente invención en combinación con una lente de contacto dura ofrecida de forma condicional de esta manera, es posible evitar establecer una pluralidad de estándares y hacer que la fabricación sea más compleja para agregar una función de corrección de aberración de bajo orden a la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular, por lo que es posible mejorar el estándar para corregir el astigmatismo irregular en esa cantidad, y es posible llevar a cabo de manera eficaz, práctica y a bajo coste un sistema óptico correctivo del ojo que exhibe un efecto correctivo eficaz.

Efecto de la invención

De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar de forma eficaz una lente de contacto que pueda exhibir un buen efecto correctivo incluso en el astigmatismo irregular debido a una córnea cónica o similar que no se podría corregir con gafas o lentes de contacto convencionales (astigmatismo irregular residual) sin depender de pedidos personalizados para cada usuario, y utilizando una nueva estructura que sea práctica y se pueda producir en serie industrialmente. Además, en especial con la serie de combinación de lentes de contacto constituida de acuerdo con la presente invención, es posible producir una lente de contacto adecuada para la corrección para muchos pacientes con astigmatismo irregular debido a una córnea cónica o similar a un bajo coste, con un ajuste fácil, y de forma más eficaz.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un dibujo explicativo que muestra el principio de un sensor de frente de onda.

La Figura 2 es un dibujo explicativo que muestra un ejemplo de una imagen de cada aberración obtenida por procesamiento aritmético utilizando polinomios de Zernike a partir de la información adquirida por el sensor de frente de onda.

La Figura 3 es un diagrama modelo explicativo que muestra una sección transversal vertical ampliada de un ojo que muestra síntomas de una córnea cónica.

La Figura 4 es una vista frontal que muestra una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular como una realización de la presente invención.

La Figura 5 es un dibujo explicativo que muestra una distribución de potencia de lente con una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular en un ejemplo no cubierto por la invención.

La Figura 6 es un dibujo explicativo que muestra la distribución de potencia de la lente que se muestra en la Figura 5 en forma de gráfico en una línea radial especial.

La Figura 7 muestra una pantalla que muestra un mapa de aberración de frente de onda con el ojo desnudo obtenido usando un sensor de frente de onda cuando se ha prescrito a un paciente específico como un ejemplo de la presente invención.

La Figura 8 muestra una pantalla que muestra la aberración de frente de onda, PSF y MTF con el ojo desnudo obtenida de la misma manera que el mapa de aberración de frente de onda de la Figura 7.

La Figura 9 muestra una pantalla que muestra un mapa vectorial de Zernike con el ojo desnudo obtenido de la misma manera que el mapa de aberración de frente de onda de la Figura 7.

La Figura 10 muestra una pantalla de visualización correspondiente a la Figura 7 que muestra el mapa de aberración del frente de onda cuando se usa la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular.

La Figura 11 muestra una pantalla de visualización correspondiente a la Figura 8 que muestra la aberración del frente de onda, PSF y MTF cuando se usa la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular.

La Figura 12 muestra una pantalla correspondiente a la Figura 9 que muestra un mapa vectorial de Zernike cuando se usa la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular.

La Figura 13 muestra una pantalla de visualización de un sensor de frente de onda que ofrece una visualización comparativa de cada mapa vectorial de Zernike cuando se usa la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular (A en el dibujo) y con el ojo desnudo (B en el dibujo).

La Figura 14 es un dibujo explicativo que muestra una distribución de potencia de lente con una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular, que es otro modo de la presente invención.

La Figura 15 es un dibujo explicativo que muestra la distribución de potencia de la lente que se muestra en la Figura 14 en forma de gráfico en una línea radial especial.

La Figura 16 es un dibujo explicativo que muestra una distribución de potencia de lente con una lente de contacto

para la corrección del astigmatismo irregular de otro modo más de la presente invención.

La Figura 17 es un dibujo explicativo que muestra la distribución de potencia de la lente que se muestra en la Figura 16 en forma de gráfico en una línea radial especial.

La Figura 18 es un dibujo explicativo que muestra una distribución de potencia de lente con una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular, que es un ejemplo no cubierto por la invención.

La Figura 19 es un dibujo explicativo que muestra la distribución de potencia de la lente que se muestra en la Figura 18 en forma de gráfico en una línea radial especial.

La Figura 20 es un dibujo explicativo que muestra una distribución de potencia de lente de una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular, que es un ejemplo no cubierto por la invención.

La Figura 21 es un dibujo explicativo que muestra la distribución de potencia de la lente que se muestra en La Figura 20 en forma de gráfico en una línea radial especial.

Realizaciones para llevar a cabo la invención

A continuación, los presentes inventores describirán realizaciones de la presente invención mientras se refieren a los dibujos.

Para comenzar, el sensor de frente de onda en sí ya es bien conocido, pero dado que la presente invención es un elemento que utiliza la información obtenida con un sensor de frente de onda no solo al obtener hallazgos básicos de la presente invención, sino también al confirmar los efectos de la presente invención, los presentes inventores darán una descripción resumida del principio del sensor de frente de onda y la información obtenida para que la presente invención sea más fácil de entender.

Específicamente, los estados de refracción del sistema óptico de los ojos, incluidos el poder esférico y el poder astigmático (incluido el eje astigmático) que se pueden corregir con gafas, y el astigmatismo irregular que no se puede corregir completamente con gafas, se pueden expresar con el concepto de aberración de frente de onda. Cuando los rayos de luz paralelos emitidos desde cada punto en una superficie ortogonal al eje óptico convergen en la retina a través del sistema óptico de los ojos, que es la córnea y el cristalino, el estado de no converger en el mismo punto sino desplazarse en el eje óptico se llama aberración. Además, se cree que la luz emitida desde cada punto forma una superficie en general y avanza hacia la dirección del eje óptico, por lo que la superficie de la luz en cada instante se denomina frente de onda. De ese modo, de forma ideal, con un frente de onda ideal sin aberración como estándar, un estado para el cual el frente de onda ha sido desplazado por la existencia de una aberración se llama aberración de frente de onda, y es posible medir una aberración de frente de onda que incluye todos estos estados refractivos utilizando un sensor de frente de onda. Además, con el sensor de frente de onda, al analizar la información de la aberración de frente de onda obtenida utilizando el sensor de frente de onda, es posible poner la aberración de frente de onda en forma de valor numérico (que se muestra con la raíz cuadrática media (RMS)), usa los polinomios de Zernike para descomponerse en una pluralidad de elementos de frente de onda y divide y pone en valor numérico los elementos de la aberración del frente de onda que se pueden corregir con gafas (aberraciones de bajo orden: esféricas, astigmatismo) y los elementos de la aberración del frente de onda que no se pueden corregir con gafas (aberraciones de alto orden: aberración comática, aberración esférica, etc.) y similares, y también es posible mostrar una imagen de la retina del paciente como una imagen óptica de simulación.

A este respecto, como referencia, la Figura 1 muestra el principio del sensor de frente de onda junto con una imagen de Hartman obtenida de ese modo y un mapa de aberración del frente de onda. En la Figura 1, el SLD (diodo emisor de luz) es la fuente de luz para la medición. Además, la Figura 2 muestra un dibujo explicativo que hace posible entender la forma en la que una imagen usando el mapa de aberración de frente de onda la aberración representada por cada orden obtenida mediante el uso de polinomios de Zernike se descompone en una pluralidad de elementos de frente de onda de la información del frente de onda de aberración obtenida por el sensor de frente de onda.

Por otra parte, la Figura 3 muestra los síntomas típicos de una córnea cónica que es la causa principal de la aberración de alto orden que es el objeto de la presente invención como una vista vertical en sección transversal del ojo. Como se muestra en esta Figura 3, la córnea cónica es un síntoma para el cual hay sitios inclinados localizados en una córnea 14 con la córnea 14 colocada en la parte frontal de una lente 12 en un ojo 10 que se proyecta hacia adelante en asociación con adelgazamiento. Con un ojo que ha dado como resultado una córnea tan cónica, se produce una diferencia de potencia asimétrica como astigmatismo irregular, y con los resultados del análisis de aberración utilizando el sensor de frente de onda, de las aberraciones de alto orden de tercer a cuarto orden en la pirámide de polinomios de Zernike que se muestra en la Figura 2 mencionada anteriormente, la aberración comática representada por los coeficientes de tercer orden C_3^{-1} y C_3^1 son los valores altos. Para estas aberraciones comáticas verticales representadas por el coeficiente C_3^{-1} y las aberraciones comáticas horizontales representadas por el coeficiente C_3^1 , es posible comprender el nivel de tamaño y la dirección de las aberraciones comáticas como un coeficiente vectorial, que se sintetiza con estos vectores.

Sin embargo, cuando consideramos la forma de la córnea que se muestra en la Figura 3, se cree que la aparición de una aberración comática debido a una córnea cónica se debe a que el frente de onda se vuelve más lento con la inclinación de un sitio específico (parte inferior en la Figura 3) de la córnea 14 debido a una córnea cónica, y el frente de onda se vuelve relativamente más rápido en la parte superior. Además, de acuerdo con los datos de medición de

muchos pacientes con córnea cónica, con una imagen de vista frontal corneal que tiene el eje óptico del ojo como punto de origen, en una coordenada que gira a la izquierda en el punto de origen que utiliza la línea horizontal que se extiende hasta la nariz como 0 grados, se ha descubierto que la distribución de la aberración comática es alta hacia la parte superior desde el punto de origen, que es de aproximadamente 90 grados. Esto se correlaciona con encontrar muchos sitios de inclinación ubicados aproximadamente en el fondo vertical desde el centro de la córnea en pacientes con córnea cónica.

Aquí, se proporciona una lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 de acuerdo con la presente invención como una lente de contacto blanda como se muestra en la Figura 4. Esta lente de contacto 20 se fabrica usando un material de lente de contacto suave conocido de forma convencional tal como PHEMA, PVP, hidrogel de silicona o similar, usando un método conocido de forma convencional tal como moldeo, corte de torno o similar.

Además, la forma básica de la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20, al igual que con las lentes de contacto blandas conocidas en el pasado, se establece con una curva de base adecuada (BC) dada a la superficie posterior de la lente y tiene un diámetro de lente adecuado (DIA) considerando la forma y el tamaño de la córnea del ojo del usuario. De otro modo, además de que se configura la forma de la superficie frontal de la lente para satisfacer el grosor mínimo de la lente, se forman una parte periférica 24 conocida de forma convencional y una parte de borde 25 en la periferia de una parte óptica 22 del centro que proporciona el sistema óptico de manera que se obtenga una buena comodidad y estabilidad. Cada uno de los valores de BC y DIA que se han mencionado anteriormente se establece y prepara preferentemente en una pluralidad de etapas a intervalos predeterminados para poder manejar las diferencias individuales.

Además, en esta lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20, como mecanismo de posicionamiento de reposo circunferencial, se puede usar una estructura de lastre de prisma que usa gravedad, por ejemplo, con un prisma colocado en una dirección radial en relación con la lente general y tener las dimensiones de grosor que difieren, y al formar una parte de acción por gravedad que es gruesa en una ubicación en la periferia para la cual las dimensiones de grosor de la parte periférica difieren en la dirección circunferencial. Alternativamente, en las partes situadas en los lados superior e inferior de la lente, haciendo que la dimensión del grosor de la parte periférica sea gradualmente más delgada hacia la dirección radial en el exterior, cortando la parte del borde exterior de la parte periférica aproximadamente en la dirección horizontal o similar, se puede utilizar una estructura de losa que usa la presión de contacto de la lente del párpado. En otras palabras, al usar este tipo de mecanismo de posicionamiento de descanso circunferencial, cuando se usa la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20, en un estado con la dirección hacia arriba y hacia abajo en la Figura 4 como la dirección vertical, es posible obtener un posicionamiento estable en la córnea.

De ese modo, con la parte óptica 22 mencionada anteriormente provista en la parte central, en un estado con la lente en uso con la posición de reposo circunferencial especificada por el mecanismo de posicionamiento de reposo circunferencial (el estado representado por la vista frontal en la Figura 4), se dan características ópticas mutuamente diferentes al área lateral superior y al área lateral inferior intercalando una línea de dirección horizontal 26 que pasa a través del centro del eje óptico. En términos específicos, mientras que el área más al lado superior que la línea de dirección horizontal 26 se usa como un área de corrección positiva 27 para la cual se establece una potencia de lente positiva, el área más al lado inferior que la línea de dirección horizontal 26 se usa como un área de corrección negativa 28 para la cual se establece una potencia de lente negativa. En otras palabras, con la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 que se muestra en la Figura 4, la línea de dirección vertical a través del eje óptico se usa como una línea radial especial 30, y el lado superior que es un lado en esta línea radial especial 30 se usa como el área de corrección positiva 27, y el lado inferior que es el otro lado se usa como el área de corrección negativa 28.

De hecho, tanto para el área de corrección positiva 27 como para el área de corrección negativa 28, no se establece una potencia de lente fija a través de la totalidad, sino que se establecen las potencias de lente que cambian con un patrón específico dentro de cada área 27 y 28.

Específicamente, con el área de corrección positiva 27, mientras se ajusta una potencia de lente positiva que cambia de forma gradual para aumentar de forma gradual desde la parte del borde periférico exterior hacia la parte central, con el área de corrección negativa 28, se establece una potencia de lente negativa que cambia de forma gradual para hacerse más pequeña de forma gradual (el valor absoluto se hace más grande) desde la parte periférica exterior del borde hacia la parte central. En especial con esta realización, tanto el área de corrección positiva 27 como el área de corrección negativa 28 se forman con una forma de lente linealmente simétrica y distribución de potencia en relación con la línea radial especial 30, y tanto el punto central de ajuste de potencia máxima de lente para la corrección positiva el área 27 como el punto central de ajuste mínimo de potencia de lente para el área de corrección negativa 28 se colocan en la línea radial especial 30.

Además, con esta realización, en el área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28, cada punto de valor extremo (la posición de potencia máxima de la lente en el área de corrección positiva 27 o la posición de potencia de lente mínima en el área de corrección negativa 28) se coloca en el punto central más o menos

geométrico, y se hace que la potencia de la lente cambie de forma suave en la periferia con los puntos de valor extremo como centro. En términos específicos, como se muestra en la Figura 5, con la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 en un ejemplo no cubierto por la invención, la distribución de potencia de la lente en el área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28, cuando se representan respectivamente en la línea de contorno forma posiciones superpuestas del mismo rango de potencia de lente, la distribución de potencia de lente se representa usando una forma de línea de contorno de una pluralidad de líneas que son concéntricas en aproximadamente un semicírculo. En la Figura 5, la parte del borde periférico exterior de la lente no es lineal, pero esto es simplemente un error de visualización en términos de cálculo.

De ese modo, tanto para el área de corrección positiva 27 como para el área de corrección negativa 28, los intervalos de la línea de contorno en la línea radial especial 30 se hacen aproximadamente iguales en ambos lados intercalando los puntos de valor extremo y, al hacer esto, los puntos de valor extremo se establecen aproximadamente como los centros del área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28. De forma específica, la Figura 6 representa la distribución de potencia en la línea radial especial 30 como un gráfico, y como se muestra allí, se establecen cambios de potencia de la lente que tienen un modo de cambio suave sin pasos o puntos de ruptura a través del área total de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28. En especial con este ejemplo, se establece la distribución de potencia en esta línea radial especial 30 en el área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28 respectivamente como curvas cuadráticas o curvas sinusoidales, y estas están conectadas usando una tangente común en el eje óptico de la parte óptica 22.

Con la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 de este ejemplo para el que se establece este tipo de distribución de potencia con la parte óptica 22, al usar esto, como se ha descrito anteriormente, es posible obtener un efecto correctivo sobre el astigmatismo irregular debido a una córnea cónica del ojo 10 con una córnea cónica típica para la cual hay una parte inclinada debido al adelgazamiento en la dirección vertical hacia abajo de la córnea.

A este respecto, los presentes inventores muestran un ejemplo de aplicación específico a modo de referencia. La paciente era una mujer de 23 años con astigmatismo irregular debido a una córnea cónica en el ojo izquierdo. Fue posible obtener 0,7 para la vista corregida con solo la aberración de bajo orden corregida usando gafas, pero el nivel de satisfacción de la propia paciente con la calidad de la visión fue bajo. La lente de las gafas en este caso era de una potencia de la lente esférica (S) de - 8,00 dioptrías (D), una potencia de la lente cilíndrica (C) de - 3,00 dioptrías (D), y un ángulo de dirección axial (A) de 0 grados (dirección horizontal).

Se prescribió para esta paciente la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 que se muestra con el ejemplo que se ha descrito anteriormente. Con la lente de contacto prescrita para la corrección del astigmatismo irregular 20, el valor extremo del área de corrección positiva 27 fue de + 3 dioptrías, y el valor extremo del área de corrección negativa 28 fue de - 3 dioptrías.

De ese modo, en un estado de uso de esta lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20, se prescribieron gafas para corregir la aberración de bajo orden, y al usar esas gafas, fue posible obtener una visión corregida de 0,8 y el nivel de satisfacción del paciente con la calidad de la visión era alto. La lente de las gafas en este caso era S: - 8,50 D, C: 3,00 D y A: 5 grados.

Además, para confirmar de forma objetiva el efecto de la prescripción usando esta lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20, usando un sensor de frente de onda, se llevaron a cabo mediciones y análisis tanto para el estado con el ojo desnudo como con el uso de la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20. Como resultado, para el valor total de la aberración de alto orden que no pudo corregirse con la lente de las gafas, que se confirmó que con el ojo desnudo era de 0,93 mm (RMS), se suprimió a 0,16 mm (RMS) cuando se usa la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20. Para el valor de la aberración comática que es astigmatismo irregular para el que una córnea cónica también es una causa importante, con el ojo desnudo, esta fue de 0,76 mm (RMS) (eje: 100 grados), en la que cuando se usa la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20, se confirmó que se suprimió a 0,10 mm (RMS) (eje: 325 grados).

Como sensor de frente de onda, se utilizó el KR-9000PW, que es un sensor de frente de onda de tipo Hartmann-Shack fabricado por Topcon Co., Ltd. Este sensor de frente de onda está equipado con un programa para llevar a cabo síntesis vectorial de pares de términos en polinomios de Zernike y mostrar esto como una aberración (por ejemplo, mostrar como aberración comática usando la síntesis vectorial de la aberración comática vertical y la aberración comática horizontal), y también es posible mostrar distorsión con una imagen de Hartmann o un anillo de Landolt con simulación de imagen de retina.

Como referencia, como información y resultados de análisis obtenidos por el sensor de frente de onda obtenidos con la prescripción para el paciente que se ha indicado anteriormente, los presentes inventores muestran cada pantalla de un mapa de aberración de frente de onda con el ojo desnudo (Figura 7), la aberración de frente de onda, PSF y MTF (Figura 8), y el mapa vectorial de Zernike (Figura 9), y también en un estado de uso de la lente de contacto prescrita para la corrección del astigmatismo irregular 20, cada pantalla de visualización para el mapa de aberración del frente de onda (Figura 10), la aberración del frente de onda, PSF y MTF (Figura 11), y el mapa vectorial de

Zernike (Figura 12). Además, la Figura 13 muestra una pantalla con una presentación de la comparación de cada mapa vectorial de Zernike para el estado de uso de la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 y el estado con el ojo desnudo. Con las pantallas de visualización que se muestran en cada dibujo, también se muestra en conjunto el anillo de Landolt mediante la simulación de una imagen de retina en las condiciones respectivas.

De los resultados de medición y análisis que se muestran también en las Figuras 7 a 13, los presentes inventores han descubierto que las aberraciones de alto orden que no podían corregirse con gafas y lentes de contacto convencionales se pueden corregir de forma eficaz usando lentes de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 constituidas de acuerdo con la presente invención. En particular, se descubrió que el sujeto de esta prescripción tenía una aberración comática con el ojo desnudo en una dirección sesgada en 10 grados en la dirección circunferencial desde la línea vertical alrededor del eje óptico del ojo, pero se confirmó que había suficiente efecto correctivo exhibido con el uso de la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 para el que se implementó la distribución de potencia en la línea radial especial 30 que se extiende en la dirección vertical como se ha descrito anteriormente. Esto también se puede entender con facilidad por el hecho de que en la pantalla que se muestra en la Figura 13, el anillo de Landolt representado por una forma de cometa para la cual la cola tira hacia abajo con el ojo desnudo (la presentación dentro del marco B representa el ojo desnudo) se representa como un anillo de Landolt claro (se muestra dentro del marco A) al usar la lente de contacto para corregir el astigmatismo irregular 20.

Como se ha indicado anteriormente, los presentes inventores dan una descripción detallada de la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 a modo de ejemplo, pero dado que es posible manejar de manera más eficaz, rápida y fácil el hecho de que existen diferencias en los síntomas de astigmatismo irregular para cada paciente para el que se prescriben, es preferente que este tipo de lentes de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 se fabrique y proporcione en el mercado como una serie de combinación de lentes de contacto en un conjunto mediante la disposición y combinación de una pluralidad de lentes de contacto para las cuales las diferentes características ópticas se establecen con anterioridad en una pluralidad de etapas.

Por ejemplo, esto se proporciona como una serie de combinación de lentes de contacto para la cual hay elementos combinados entre sí para los que se establecen características ópticas mutuamente diferentes haciendo que la potencia de lente positiva del área de corrección positiva 27 y la potencia de lente negativa del área de corrección negativa 28 sean diferentes en una pluralidad de etapas con las respectivas lentes de contacto.

En términos más específicos, se combinó en se proporciona elementos como una serie para los cuales, por ejemplo, los valores de la potencia máxima de la lente del área de corrección positiva 27: $+ \alpha$ y la potencia mínima de la lente del área de corrección negativa 28: $- \alpha$ se establecen como $\alpha = \text{ID}$ (dioptría), 2 D, 3 D, 4 D y 5 D. Como resultado, los elementos para los que la diferencia de potencia entre la potencia máxima de la lente del área de corrección positiva 27 y la potencia mínima de la lente del área de corrección negativa 28 se establecen en etapas de 2 D de 2 D (estándar $\pm \text{ID}$) como un conjunto, y sin un pedido personalizado, es posible proporcionar con rapidez la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 para la que se establece una diferencia de potencia adecuada de acuerdo con el estado del paciente.

También, de manera similar, también es posible proporcionar en serie una combinación de lentes que difieren no solo en la potencia de la lente, sino también en el ángulo relativo de la línea radial especial 30 en relación con la línea de dirección vertical en el estado sin uso que se establece por el mecanismo de posicionamiento de descanso circunferencial. Es decir, además de las lentes para las cuales el ángulo relativo se establece en 0 grados como con la primera realización, es posible establecer lentes para las cuales los ángulos relativos difieren en una pluralidad de tipos, por ejemplo, en intervalos de 10 grados enfrentados a ambos lados izquierdo y derecho en la dirección circunferencial (en términos específicos, elementos que difieren respectivamente en ± 10 grados, ± 20 grados y ± 30 grados en las direcciones circunferenciales izquierda y derecha). Al poner a disposición y proporcionar al mercado con antelación una serie de lentes diferenciadas de esta manera en la línea radial especial 30, es posible proporcionar con rapidez una lente de contacto adecuada para la corrección del astigmatismo irregular 20 incluso para pacientes para los que existe una gran diferencia en la dirección circunferencial de la posición de inclinación de la córnea debido, por ejemplo, a una córnea cónica.

Además, también es posible proporcionar en serie una combinación de lentes que no solo tienen potencias de lente mutuamente diferentes, sino que también tienen relaciones de tamaño relativas mutuamente diferentes del área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28 en la línea radial especial 30. En términos específicos, también es posible proporcionar como una serie de lentes que combinan un modo para la cual, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 14 y 15, el área de corrección positiva 27 se configura como relativamente grande en comparación con el área de corrección negativa 28, o como se muestra en las Figuras 16 y 17, un modo para el que el área de corrección positiva 27 está configurada para ser relativamente más pequeña que el área de corrección negativa 28, además de las lentes para las que, como con el ejemplo que se ha descrito anteriormente, el área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28 están configuradas para ser aproximadamente del mismo tamaño.

La realización mostrada en las Figuras 14 y 15 se prescribe de manera particularmente adecuada en los casos en los que la proyección corneal se ve en una posición más baja que la córnea cónica estándar, o en los casos en los que la posición estable de la lente en la córnea está en una posición más alta que la estándar, o similar. Esto se debe probablemente a que, en tales casos, la posición de conmutación de 6 símbolos de la distribución de potencia en la línea radial especial está en una posición relativamente más baja que la estándar.

Por otra parte, la realización que se muestra en las Figuras 16 y 17 se prescribe de manera particularmente adecuada en los casos en los que la proyección corneal se ve en una posición más alta que la córnea cónica estándar, o en los casos en los que la posición estable de la lente en la córnea está en una posición más baja que el estándar o similar. Esto se debe probablemente a que, en tales casos, la posición de conmutación de 6 símbolos de la distribución de potencia en la línea radial especial 30 está en una posición relativamente más alta que el estándar.

Además, también es posible proporcionar en serie una combinación de lentes para las que no solo la potencia de la lente, sino también la posición de cada punto de valor extremo del área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28 se hacen mutuamente diferentes en la línea radial especial 30. En términos específicos, también es posible proporcionar como una serie de lentes que combinan un modo para el que, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 18 y 19, el punto de valor extremo del área de corrección positiva 27 y el extremo el punto de valor del área de corrección negativa 28 se establecen para colocarse mutuamente más cerca que el centro de cada área de corrección en la línea radial especial 30, a la inversa de como se muestra en las Figuras 20 y 21, un modo para el que el punto de valor extremo de la corrección positiva el área 27 y el punto de valor extremo del área de corrección negativa 28 están configurados para colocarse mutuamente más separados del centro de cada área de corrección en la línea radial especial, además de las lentes para las que, como con la realización que se ha descrito anteriormente, los puntos de valor extremo se colocan en el centro del área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28.

El modo que se muestra en las Figuras 18 y 19 se prescribe especialmente de manera adecuada en los casos en los que la proyección corneal se ve en una posición ligeramente más alta que la córnea cónica estándar, en los casos en los que el elemento asimétrico aumenta debido a la inclinación de la córnea en un intervalo más estrecho y similares. Por otra parte, el modo que se muestra en las Figuras 20 y 21 se prescribe adecuadamente en casos como, por ejemplo, cuando se encuentra un área con aplanamiento en la porción central de la córnea debido al uso de lentes de contacto duras para corregir la córnea cónica o similares.

Como se ha indicado anteriormente, los presentes inventores describen varios ejemplos de modos específicos de la presente invención, pero no se interpreta que la presente invención está limitada por estas descripciones específicas.

Por ejemplo, en la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20, es posible formar una superficie óptica que proporcione el área de corrección positiva 27 y el área de corrección negativa 28 como se ha descrito previamente en una de las superficies frontal o posterior de la parte óptica 22, pero también es posible dar una lente esférica o lente cilíndrica usando una potencia o dirección axial adecuada en relación con esa superficie óptica o la superficie opuesta a esa. Al hacer esto, es posible corregir la miopía o similar debido a una aberración de bajo orden además del astigmatismo irregular corrigiendo simplemente el sistema óptico del ojo usando las características ópticas de la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 sin usar esto en combinación con gafas como en un ejemplo previo.

Además, con el examen de los inventores de la presente invención, se confirmó que la aberración comática debida a una córnea cónica se produce como astigmatismo irregular posquirúrgico debido a la disposición de inclinación del lente intraocular o a la excentricidad de la posición del tratamiento de corrección de la refracción de la córnea o similar después cirugía oftálmica como, por ejemplo, el uso de una lente intraocular o la corrección de la refracción corneal o similares. De ese modo, también para estos astigmatismos irregulares posquirúrgicos, la lente de contacto para la corrección del astigmatismo irregular 20 constituida de acuerdo con la presente invención como se ha descrito previamente se puede prescribir de forma adecuada. De hecho, a diferencia con el astigmatismo irregular debido a una córnea cónica, no se confirmó que se produjera astigmatismo irregular posquirúrgico con una concentración en una dirección estadísticamente específica, por lo que esto se maneja aún más adecuadamente combinando y proporcionando una serie de lentes para las que se establecen intervalos iguales en la dirección de la circunferencia completa para la posición relativa en la dirección circunferencial de la línea radial especial 30 en relación con el mecanismo de posicionamiento de reposo circunferencial.

CLAVES DE LOS SÍMBOLOS

20: Lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular, 22: Parte óptica, 24: Parte periférica, 25: Parte del borde, 27: Área de corrección positiva, 28: Área de corrección negativa, 30: Línea radial especial.

REIVINDICACIONES

1. Una lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular, que está adaptada para corregir una diferencia de potencia asimétrica debida a astigmatismo irregular causado por una córnea cónica, que comprende:

un mecanismo de posicionamiento provisto para especificar una posición de descanso circunferencial de la lente de contacto en un estado de uso;
un área (27) de corrección positiva para la corrección de astigmatismo irregular causado por la córnea cónica que usa una potencia de lente positiva en un lado superior de una línea (26) de dirección horizontal que es ortogonal a una línea radial especial (30) que se extiende en una dirección vertical en la posición de reposo circunferencial especificada por el mecanismo de posicionamiento; y
un área (28) de corrección negativa para la corrección de astigmatismo irregular causado por la córnea cónica que usa una potencia de lente negativa en un lado inferior de la línea (26) de dirección horizontal, en la que con el área (27) de corrección positiva, la potencia de lente positiva se establece para que sea mayor gradualmente desde una parte periférica externa del borde hasta una parte central del área (27) de corrección positiva, y con el área (28) de corrección negativa, la potencia de lente negativa se establece para que sea menor gradualmente desde una parte periférica exterior del borde hasta una parte central del área (28) de corrección negativa
en la que la línea radial especial (30) se extiende en una dirección vertical en la posición de reposo circunferencial de la lente de contacto especificada por el mecanismo de posicionamiento, estando la lente de contacto **caracterizada por que** cualquiera del área (27) de corrección positiva o el área (28) de corrección negativa se expande desde uno de los lados superior o inferior al otro de los lados superior o inferior más allá del centro de la lente, los tamaños relativos del área (27) de corrección positiva y el área (28) de corrección negativa difieren, y el área más en el lado superior que una línea horizontal intercalada entre las dos áreas (27, 28) de corrección se usa como el área (27) de corrección positiva y el área más en el lado inferior que dicha línea se usa como el área (28) de corrección negativa.

2. La lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular de acuerdo con la reivindicación 1, en la que en la línea radial especial (30), el área (27) de corrección positiva y el área (28) de corrección negativa se forman teniendo potencias de lente que cambian suavemente.

3. La lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que al menos una de la potencia de lente máxima del área (27) de corrección positiva y la potencia de lente mínima del área (28) de corrección negativa se establece en la línea radial especial (30), y en una posición alejada del centro del área de corrección positiva y el área (28) de corrección negativa.

4. La lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que la potencia de lente máxima del área (27) de corrección positiva y la potencia de lente mínima del área (28) de corrección negativa se establecen ambas en posiciones que tienen una distancia de separación de 0,5 a 2,5 mm del centro geométrico de la lente.

5. La lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que un valor absoluto de la potencia de lente máxima del área (27) de corrección positiva y un valor absoluto de la potencia de lente mínima del área (28) de corrección negativa son iguales entre sí.

6. La lente de contacto para la corrección de astigmatismo irregular de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que la lente tiene características ópticas para la corrección de errores refractivos de aberraciones de bajo orden a través de una potencia de lente esférica y una potencia de lente cilíndrica.

7. Una serie de combinación de lentes de contacto para la que una pluralidad de lentes de contacto que tienen distribuciones de potencia asimétrica mutuamente diferentes se combinan conjuntamente, cada una de las lentes de contacto se proporciona para la corrección de astigmatismo irregular, que se adapta para corregir una diferencia de potencia asimétrica debida a astigmatismo irregular causado por una lente de contacto para córnea cónica:

en cada una de las lentes de contacto, se proporciona un mecanismo de posicionamiento para especificar una posición de reposo circunferencial de la lente de contacto en un estado en uso, y un área (27) de corrección positiva para la corrección de astigmatismo irregular causado por la córnea cónica que usa una potencia de lente positiva se proporciona en un lado superior de una línea (26) de dirección horizontal que es ortogonal a una línea radial especial (30) en la posición de reposo circunferencial especificada por el mecanismo de posicionamiento, mientras que un área (28) de corrección negativa para la corrección de astigmatismo irregular causado por la córnea cónica que usa una potencia de lente negativa se proporciona en un lado inferior de la línea (26) de dirección horizontal, con el área (27) de corrección positiva, la potencia de lente positiva se establece para que sea mayor gradualmente desde una parte periférica exterior del borde hasta una parte central del área (27) de corrección positiva, y con el área (28) de corrección negativa, la potencia de lente negativa se establece para que sea menor gradualmente desde una parte periférica exterior del borde hasta una parte central del área (28) de corrección negativa,

caracterizada por que cualquiera del área (27) de corrección positiva o el área (28) de corrección negativa se expande desde uno de los lados superior o inferior al otro de los lados inferior o superior más allá del centro de la lente, los tamaños relativos del área (27) de corrección positiva y el área (28) de corrección negativa difieren, el área más en el lado superior que una línea horizontal intercalada entre las dos áreas (27, 28) de corrección se usa como el área (27) de corrección positiva y el área más en el lado inferior que dicha línea se usa como el área (28) de corrección negativa, y la potencia de lente positiva del área (27) de corrección positiva y la potencia de lente negativa del área (28) de corrección negativa de las respectivas lentes de contacto son diferentes en una pluralidad de etapas de un modo tal que las lentes de contacto se proporcionan como lentes de contacto para la corrección de astigmatismo irregular que combinan conjuntamente elementos establecidos con características ópticas mutuamente diferentes.

8. La serie de combinación de lentes de contacto de acuerdo con la reivindicación 7, en la que las características ópticas para las respectivas lentes de contacto se hace que sean diferentes haciendo diferente una diferencia entre un valor máximo de la potencia de lente positiva del área de corrección positiva y un valor mínimo de la potencia de lente negativa del área de corrección negativa en una pluralidad de etapas para cada dos dioptrías.

9. La serie de combinación de lentes de contacto de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en la que en cada etapa para la que la potencia de lente positiva del área (27) de corrección positiva y la potencia de lente negativa del área (28) de corrección negativa se hacen diferentes en una pluralidad de etapas, se establecen además características ópticas mutuamente diferentes haciendo diferente una posición de una potencia de lente máxima del área (27) de corrección positiva y una posición de una potencia de lente mínima del área (28) de corrección negativa en una pluralidad de etapas desde el centro geométrico de la lente en la línea radial especial (30).

10. Un conjunto de una lente de contacto de corrección de astigmatismo irregular y gafas, en el que la lente de contacto está constituida por una lente de contacto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, mientras que las gafas son gafas equipadas con lentes para la corrección de errores de refracción de aberraciones de bajo orden a través de una potencia de lente esférica y una potencia de lente cilíndrica, y la lente de contacto y las gafas se usan en combinación para corregir un sistema óptico de ojos en cooperación conjunta.

11. Un conjunto de una lente de contacto de corrección de astigmatismo irregular y una lente de contacto dura, en el que la lente de corrección de astigmatismo irregular está constituida por una lente de contacto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, mientras que la lente de contacto dura tiene la capacidad de corregir errores de refracción de aberraciones de bajo orden a través de una potencia de lente esférica, y la lente de contacto de corrección de astigmatismo irregular y la lente de contacto dura se usan en combinación para corregir un sistema óptico de los ojos en cooperación conjunta.

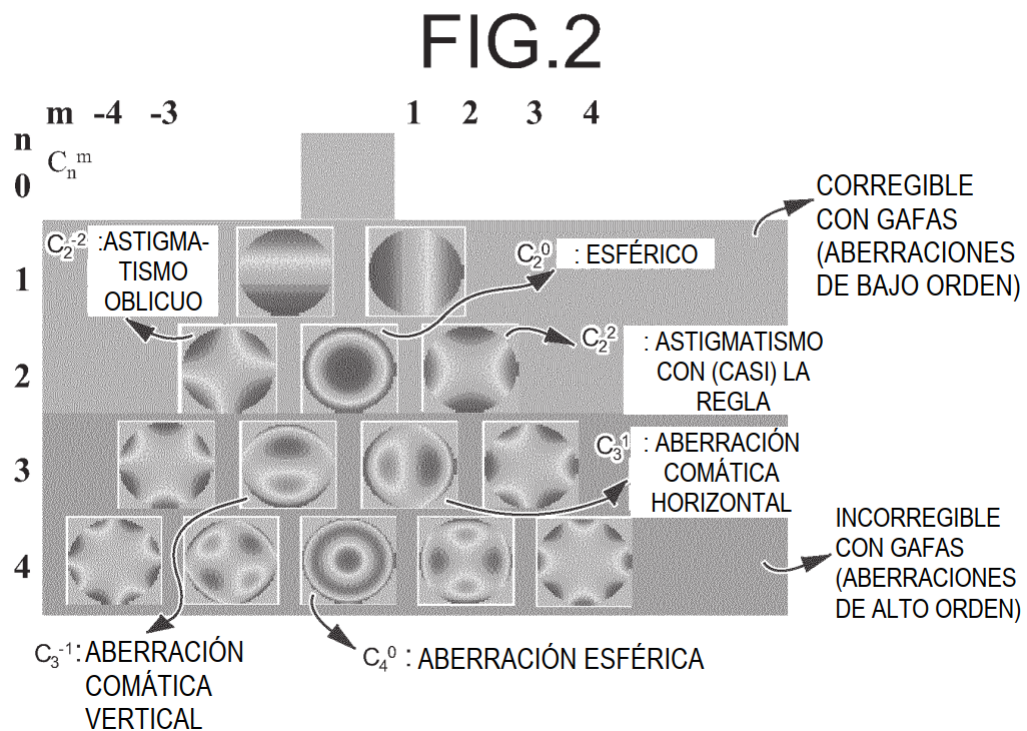
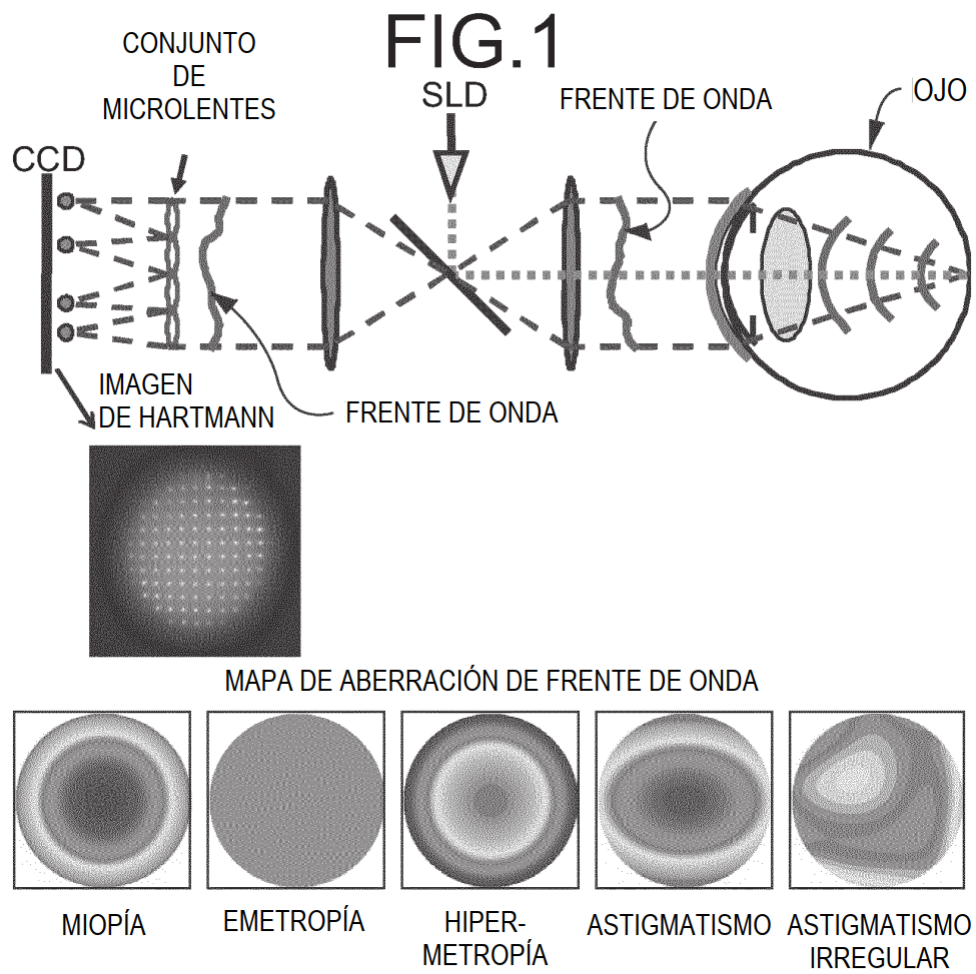


FIG.3

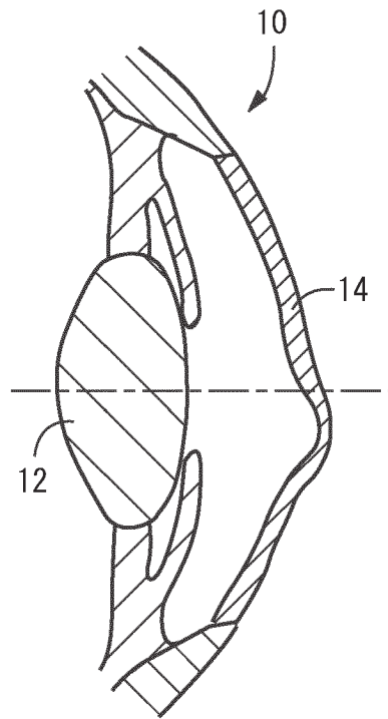


FIG.4

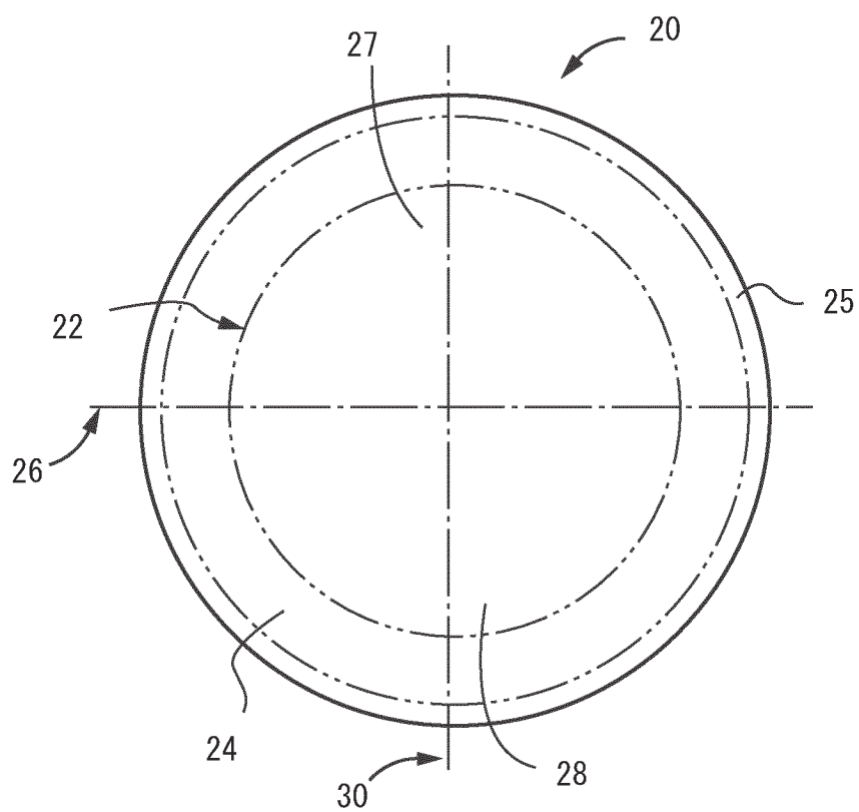


FIG.5

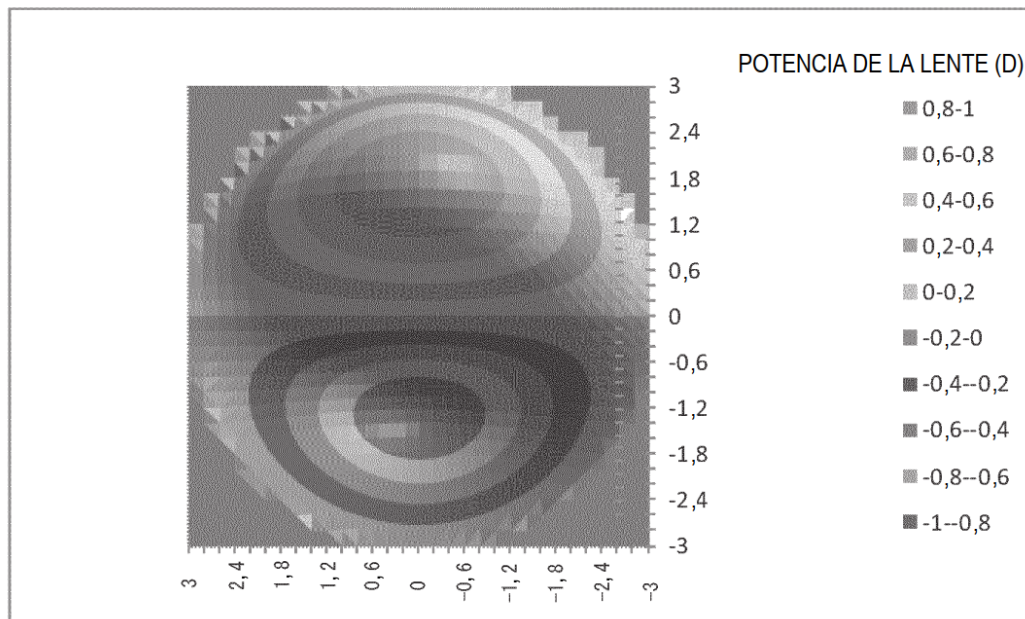


FIG.6

EJE HORIZONTAL: DISTANCIA DESDE EL CENTRO DE LA LENTE (MM) DONDE
MÁS SIGNIFICA EL LADO SUPERIOR Y MENOS SIGNIFICA EL LADO INFERIOR
EJE VERTICAL: POTENCIA DE LA LENTE (D)

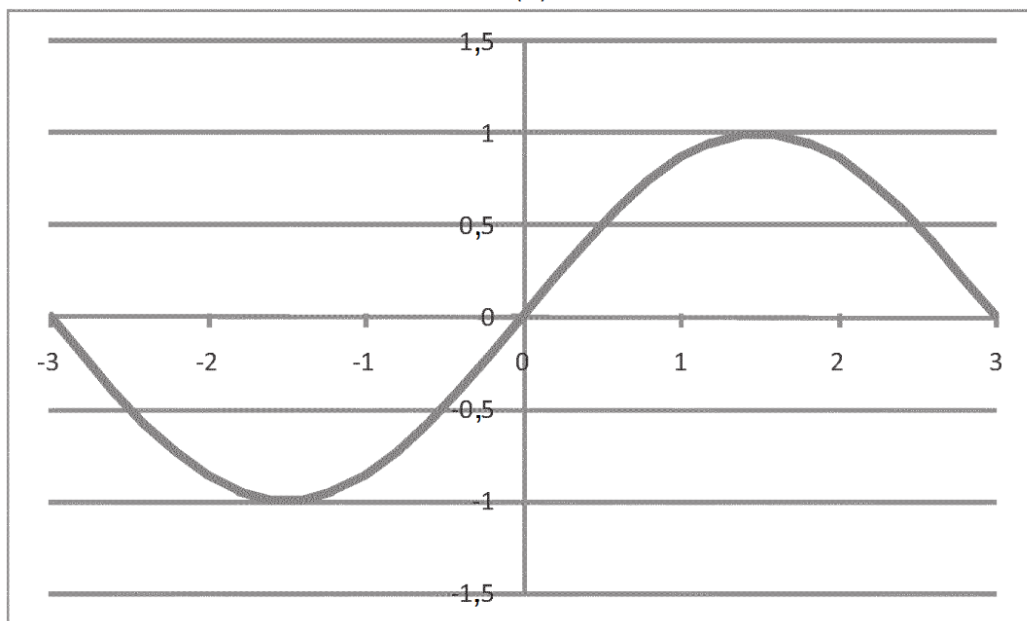
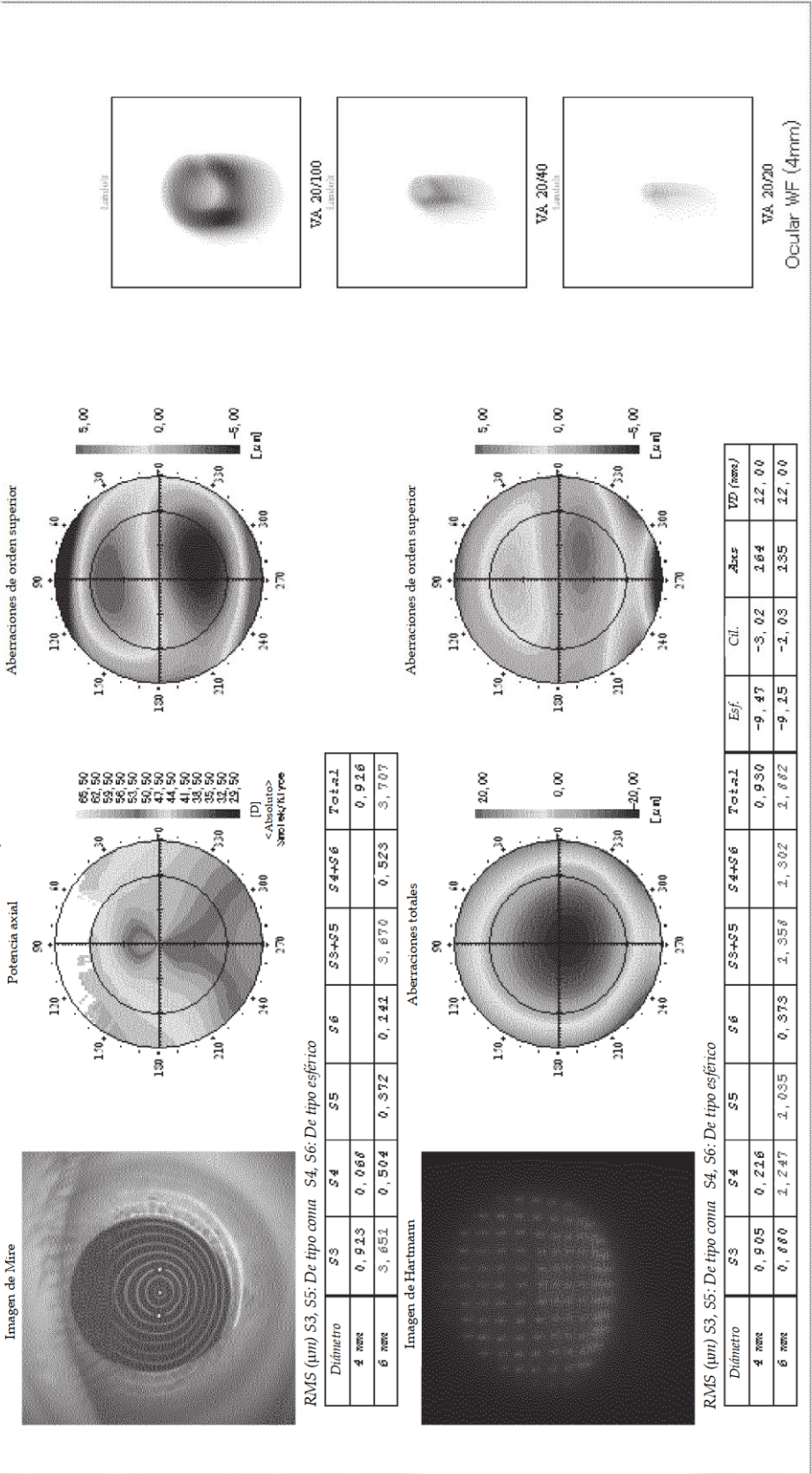


FIG.7
MAPA DE ABERRACIÓN DE FRENTE
DE ONDA CON OJO DESNUDO
DIÁMETRO DE PUPILA = 7,05 mm / CENTRO ANALÍTICO DE WF = CENTRO DE LA PUPILA /
CANTIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL CENTRO DE WF = 0,468 mm



ABERRACIÓN DE FRENTE DE ONDA, PSF, Y MTF CON OJO DESNUDO **FIG.8**
 DIÁMETRO DE PUPILA = 7,05 mm / CENTRO ANALÍTICO DE WF = CENTRO DE LA PUPILA / CANTIDAD DE DESPLAZAMIENTO
 DEL CENTRO DE WF = 0,468 mm

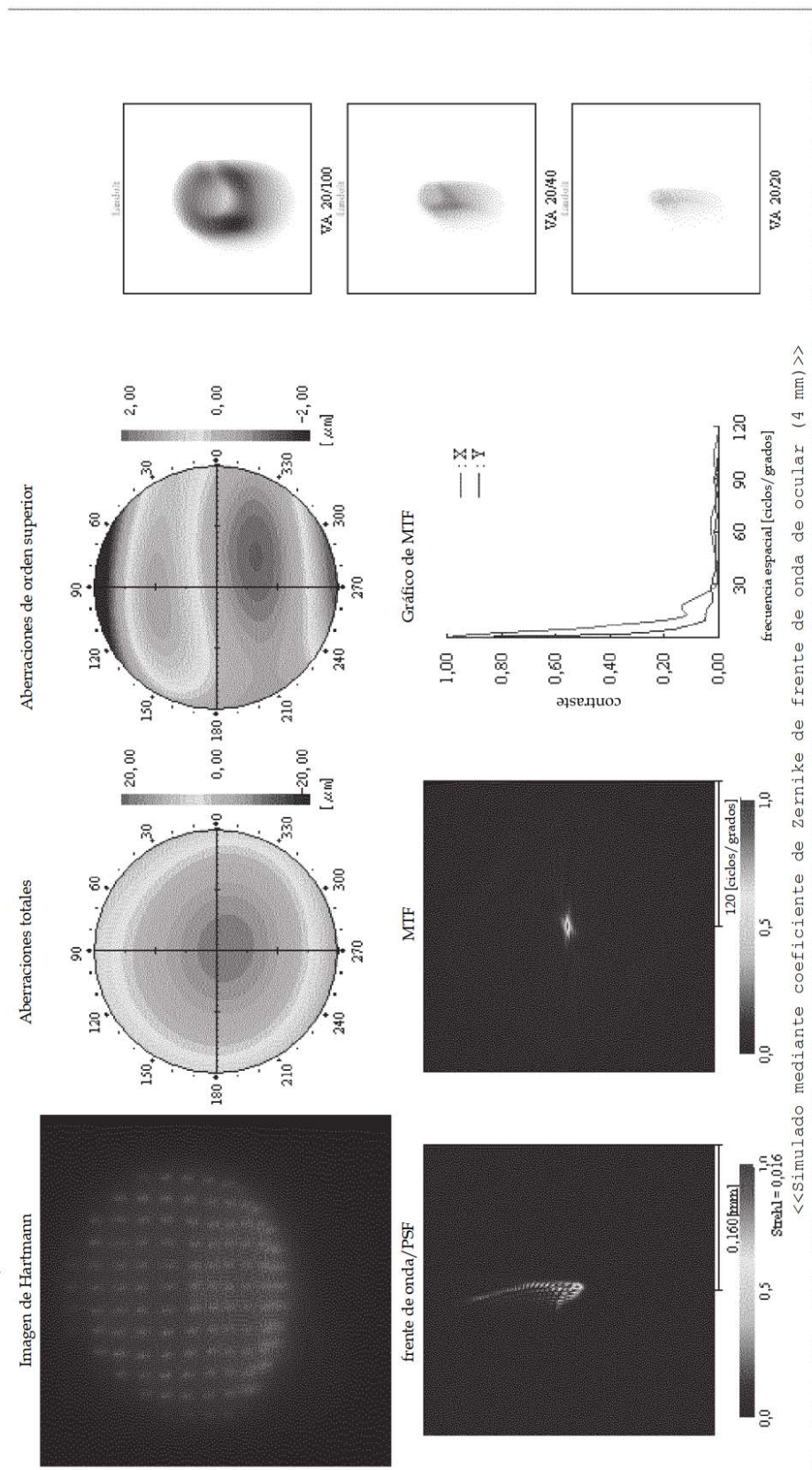
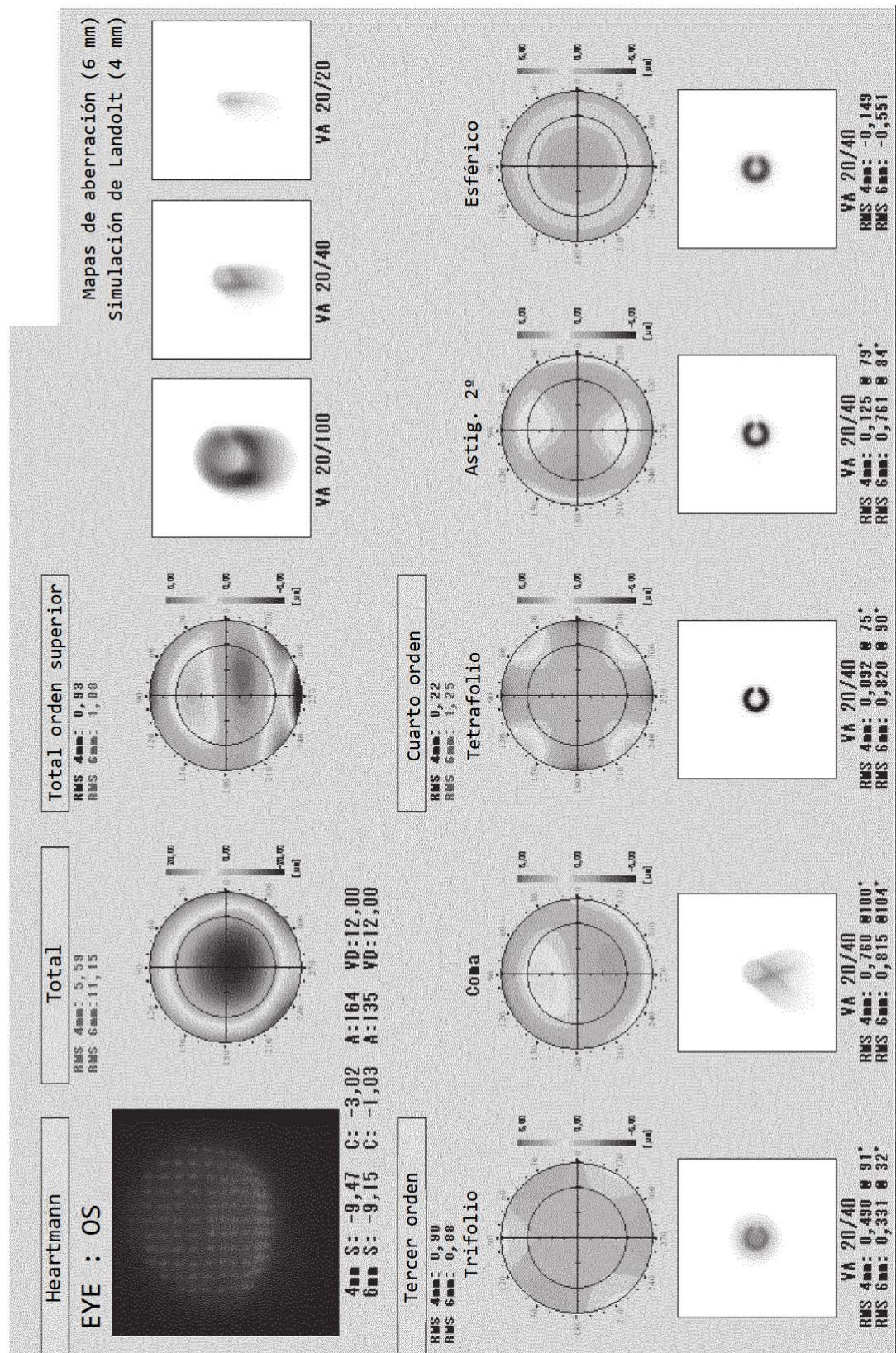


FIG.9

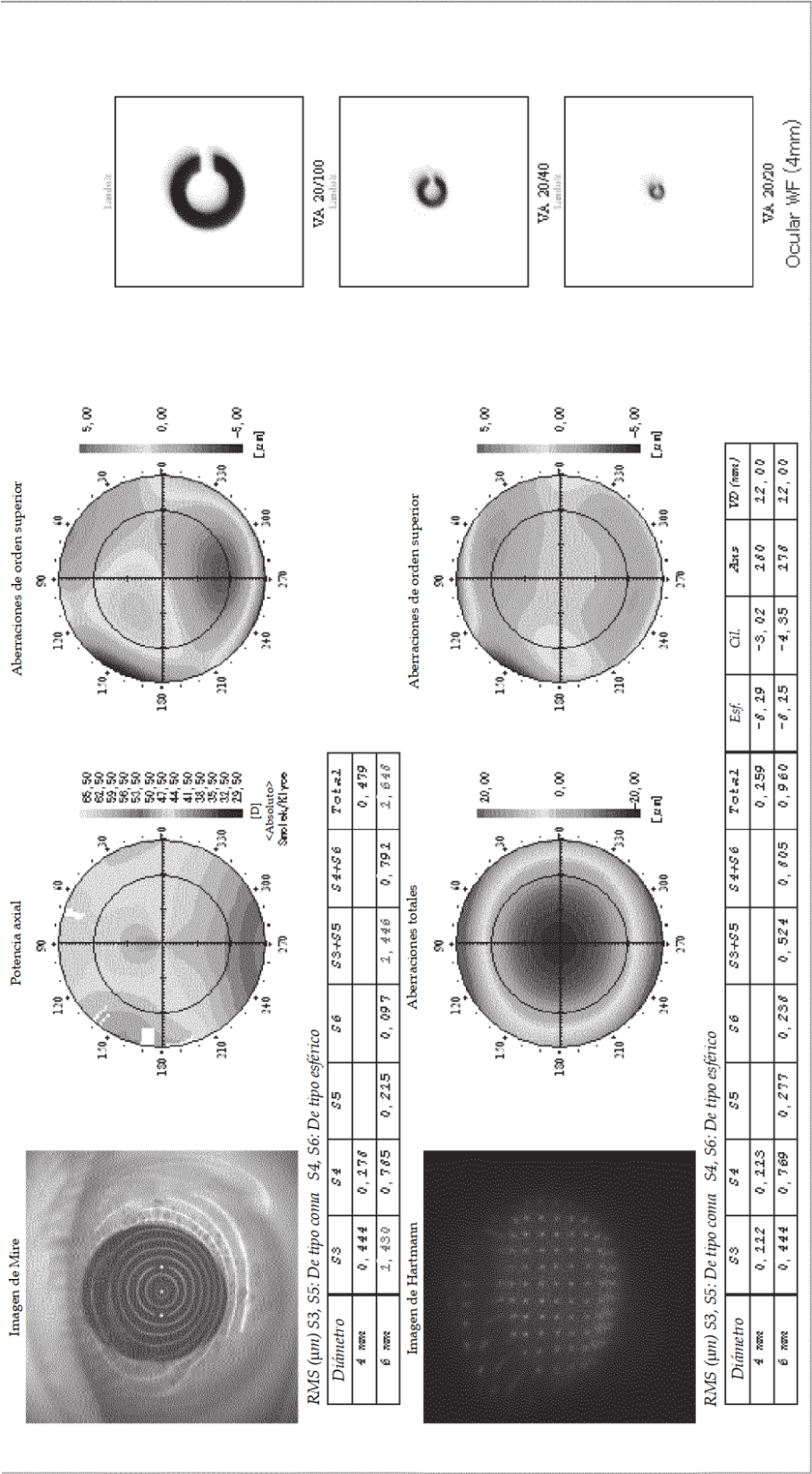
MAPA DE VECTOR DE ZERNIKE DE OJO DESNUDO



MAPA DE ABERRACIÓN DE FRENTE DE ONDA CUANDO SE LLEVA
LENTE DE CONTACTO PARA LA CORRECCIÓN DE ASTIGMATISMO
IRREGULAR

FIG.10

DIÁMETRO DE PUPILA = 6,37 mm / CENTRO ANALÍTICO DE WF = CENTRO ED LA PUPILA / CANTIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL CENTRO DE WF = 0,430 mm



ABERRACIÓN DE FRENTE DE ONDA, PSF, Y MTF CUANDO
E LLEVA LENTE DE CONTACTO PARA LA CORRECCIÓN
DE ASTIGMATISMO IRREGULAR

FIG.11

DIÁMETRO DE PUPILA = 6,37 mm / CENTRO ANALÍTICO DE WF = CENTRO DE LA PUPILA / CANTIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL CENTRO DE WF = 0,430 mm

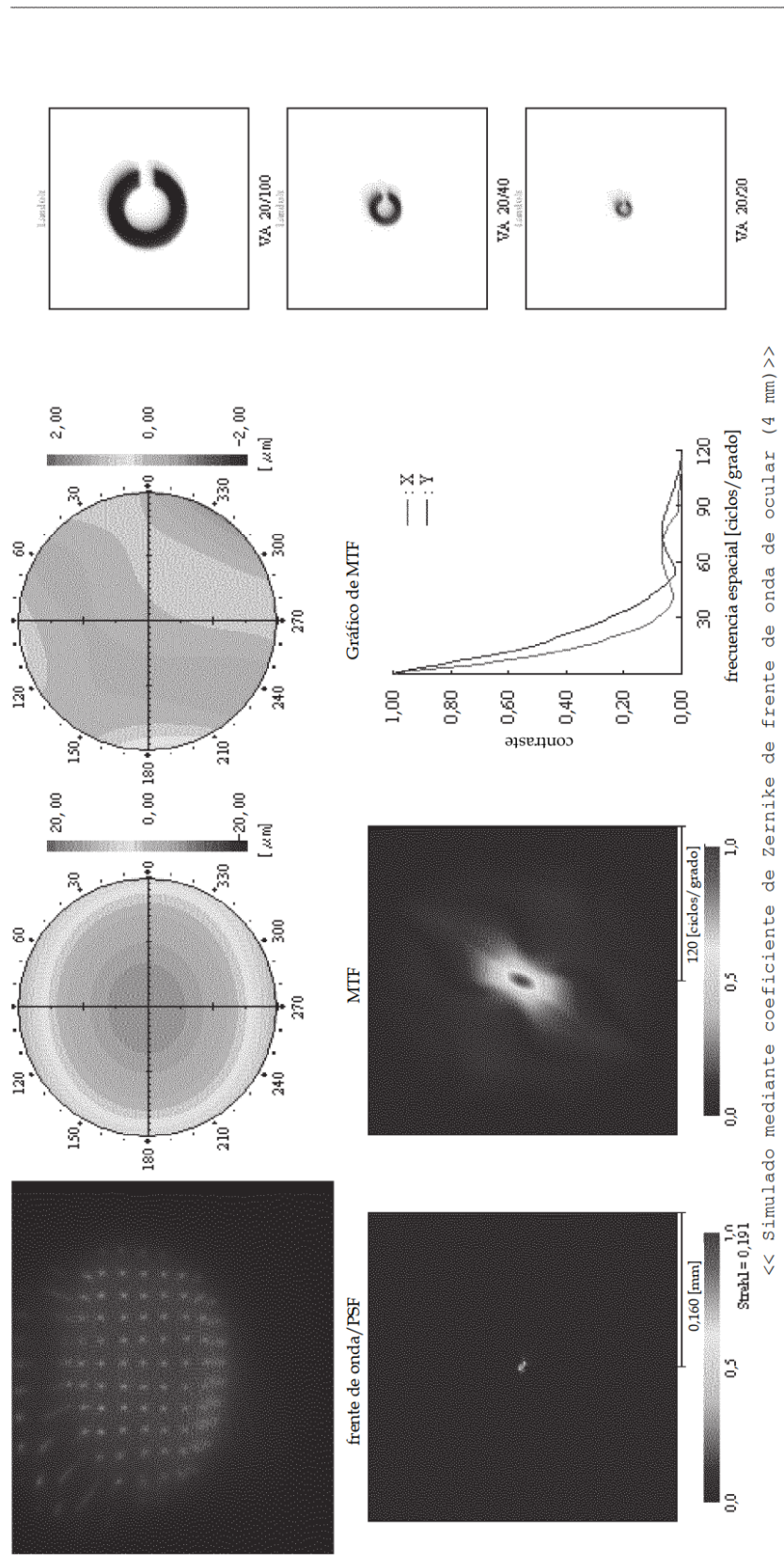


FIG.12

MAPA DE VECTOR DE ZERNIKE CUANDO SE LLEVA LENTE DE CONTACTO PARA LA CORRECCIÓN DE ASTIGMATISMO IRREGULAR

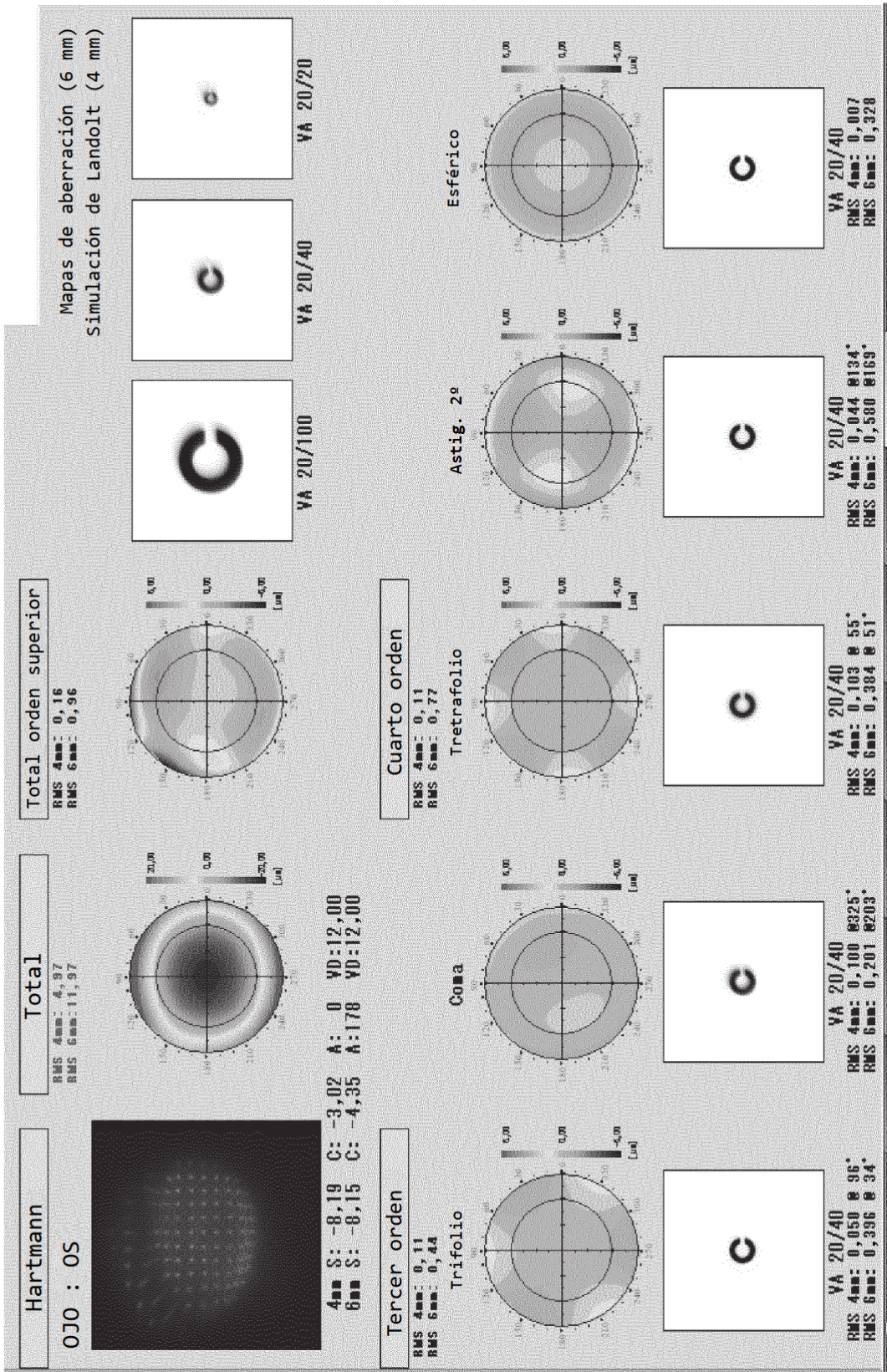


FIG.13 PRESENTACIÓN COMPARATIVA DE CADA VECTOR DE ZERNIKE CUANDO SE LLEVA LENTE DE CONTACTO PARA LA CORRECCIÓN DE ASTIGMATISMO IRREGULAR Y CON OJO DESNUDO

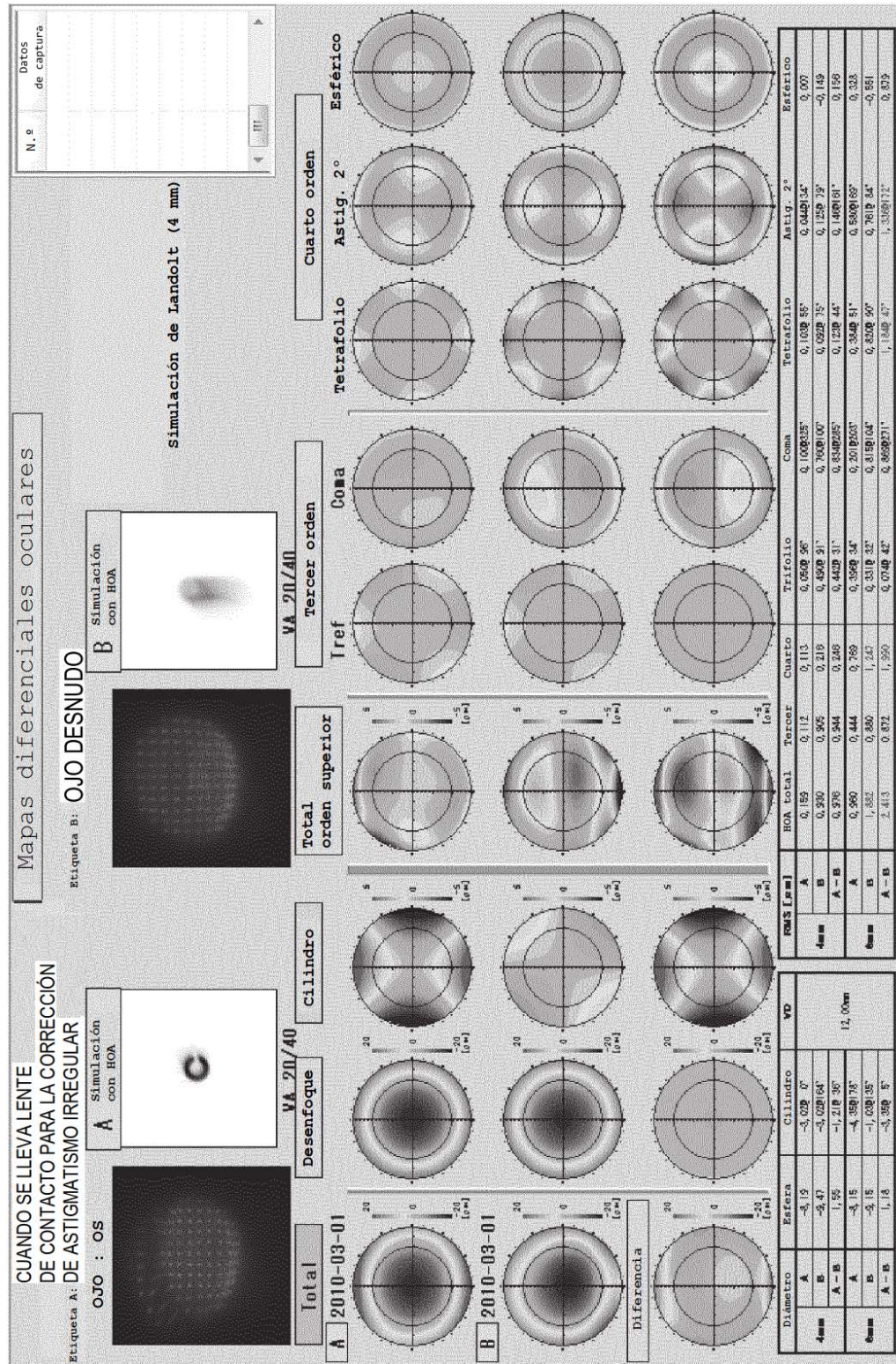


FIG.14

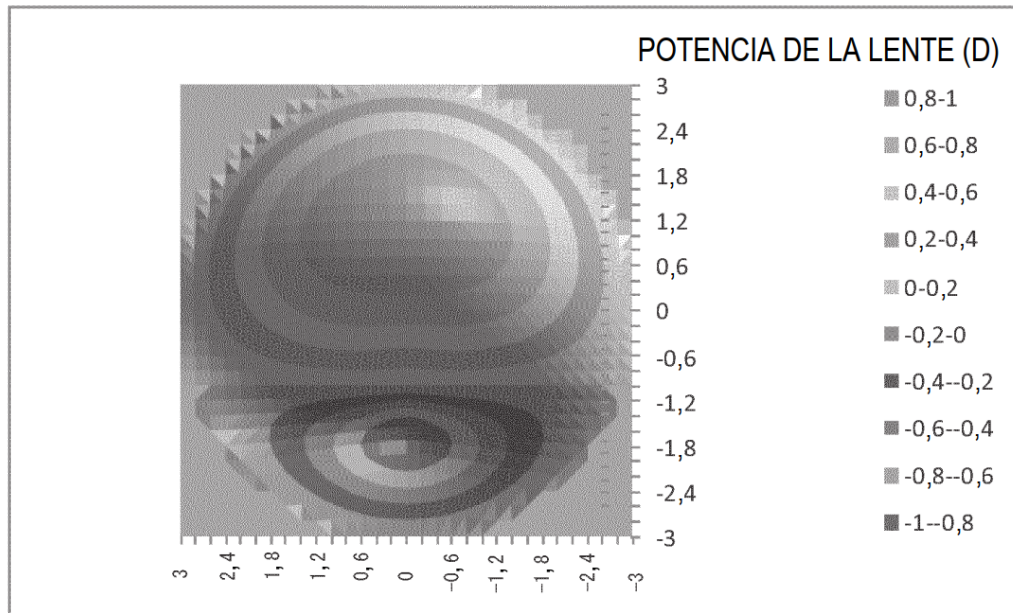


FIG.15

EJE HORIZONTAL: DISTANCIA DESDE EL CENTRO DE LA LENTE (mm) DONDE
 MÁS SIGNIFICA EL LADO SUPERIOR Y MENOS SIGNIFICA EL LADO INFERIOR
 EJE VERTICAL: POTENCIA DE LA LENTE (D)

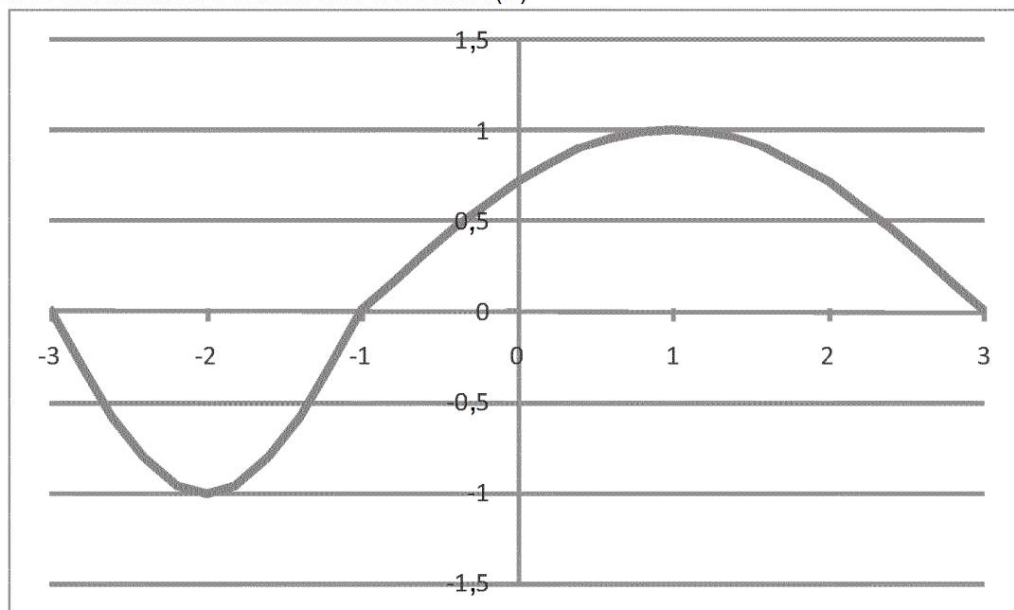


FIG.16

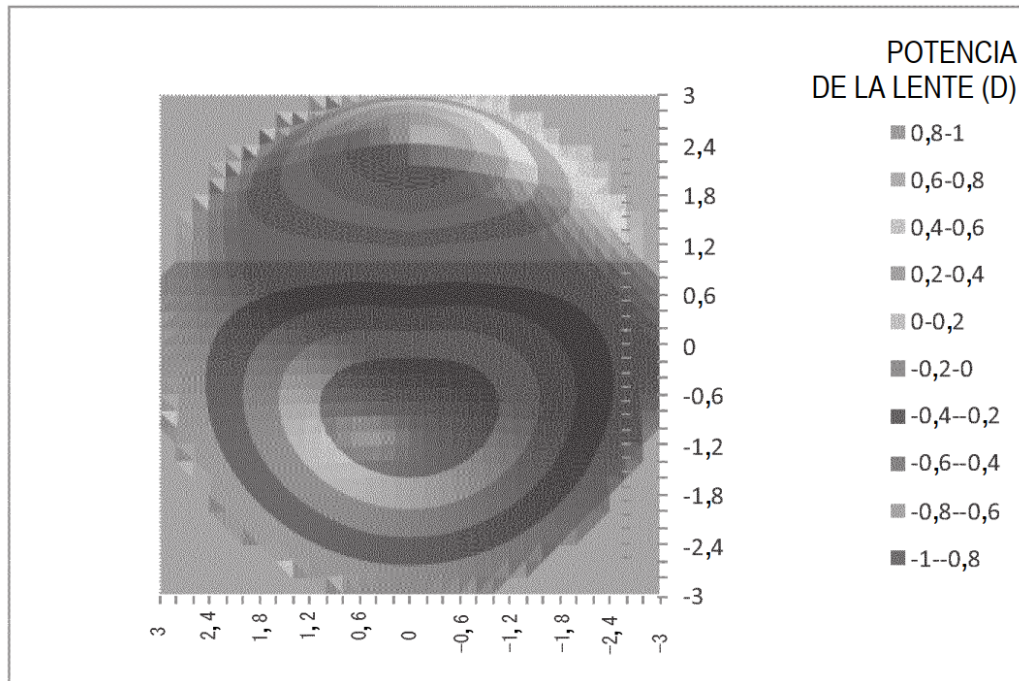


FIG.17

EJE HORIZONTAL: DISTANCIA DESDE EL CENTRO DE LA LENTE (mm) DONDE
MÁS SIGNIFICA EL LADO SUPERIOR Y MENOS SIGNIFICA EL LADO INFERIOR
EJE VERTICAL: POTENCIA DE LA LENTE (D)

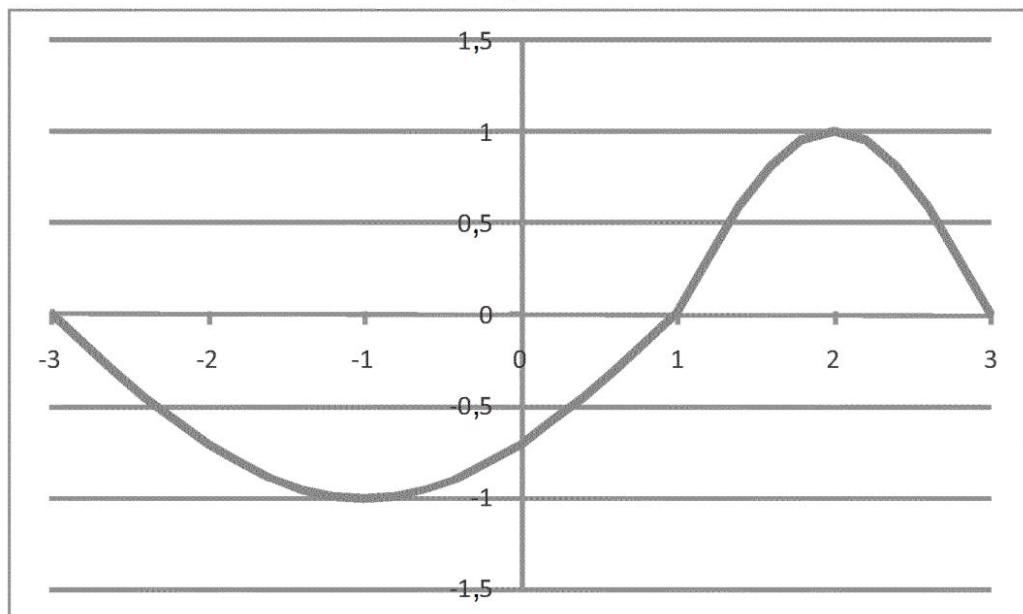


FIG.18

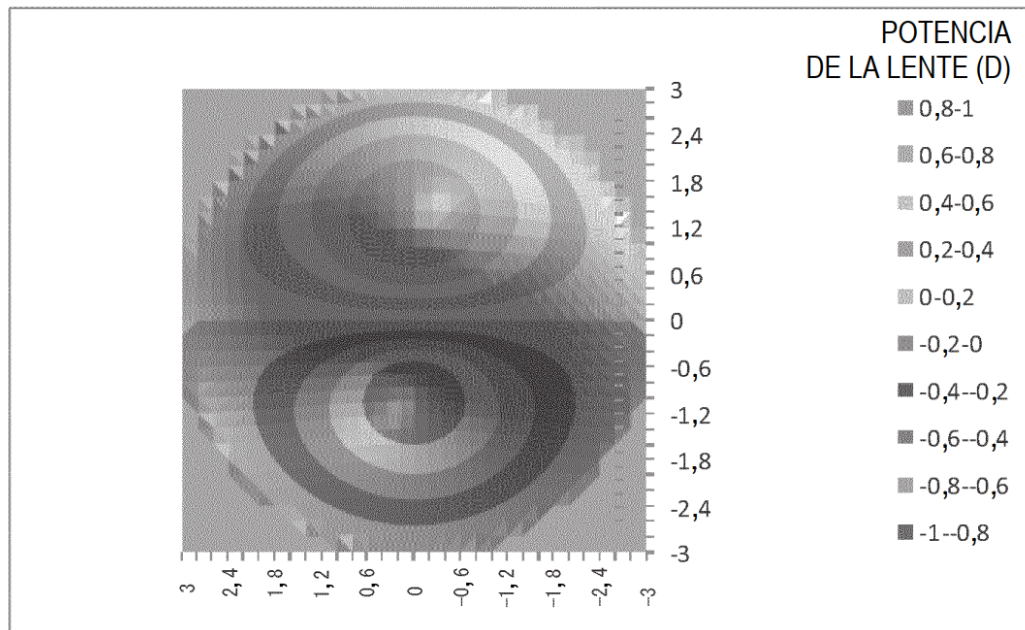


FIG.19

EJE HORIZONTAL: DISTANCIA DESDE EL CENTRO DE LA LENTE (mm) DONDE
MÁS SIGNIFICA EL LADO SUPERIOR Y MENOS SIGNIFICA EL LADO INFERIOR
EJE VERTICAL: POTENCIA DE LA LENTE (D)

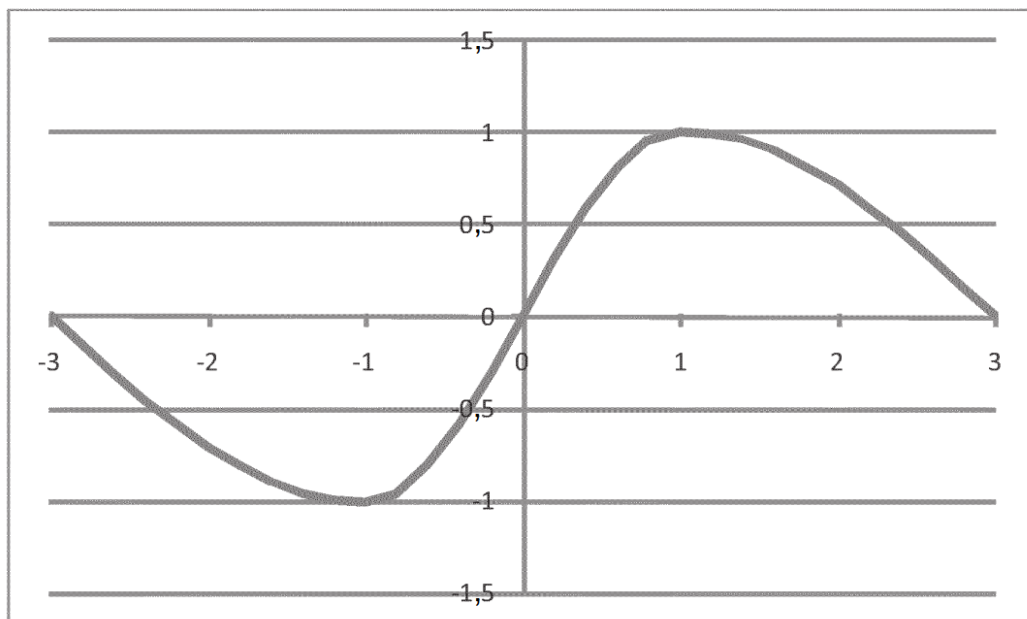


FIG.20

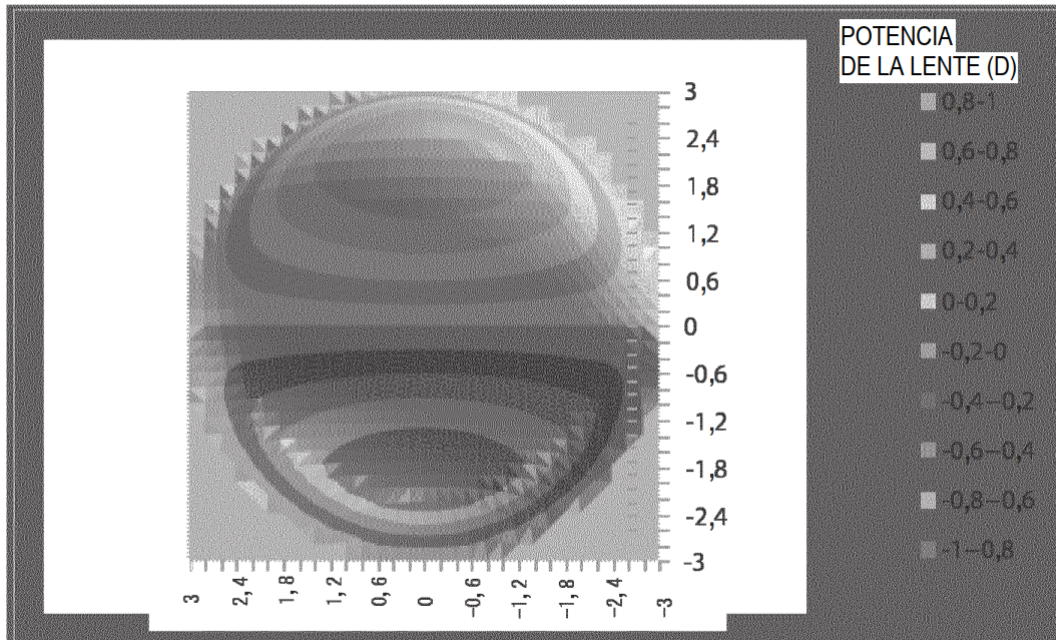


FIG.21

EJE HORIZONTAL: DISTANCIA DESDE EL CENTRO DE LA LENTE (mm) DONDE MÁS SIGNIFICA EL LADO SUPERIOR Y MENOS SIGNIFICA EL LADO INFERIOR
 EJE VERTICAL: POTENCIA DE LA LENTE (D)

