



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 1007210-1 B1**



**(22) Data do Depósito: 29/01/2010**

**(45) Data de Concessão: 17/12/2019**

---

**(54) Título:** MÉTODO IMPLEMENTADO POR COMPUTADOR PARA PROJETAR LENTE DE ÓCULOS, MÉTODO PARA FABRICAR LENTE DE ÓCULOS, E, SISTEMA PARA FABRICAR LENTE DE ÓCULOS

**(51) Int.Cl.:** G02C 7/02; G01M 11/02; G02C 7/06; G02C 13/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 30/01/2009 JP 2009-020805.

**(73) Titular(es):** HOYA CORPORATION.

**(72) Inventor(es):** TETSUMA YAMAKAJI.

**(86) Pedido PCT:** PCT JP2010051266 de 29/01/2010

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/087450 de 05/08/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 29/07/2011

**(57) Resumo:** MÉTODO IMPLEMENTADO POR COMPUTADOR PARA PROJETAR LENTE DE ÓCULOS, MÉTODO PARA FABRICAR LENTE DE ÓCULOS, E, SISTEMA PARA FABRICAR LENTE DE ÓCULOS Um sistema óptico é determinado usando-se um sistema de coordenadas, em que a origem (1) está no ponto médio dos centros de rotação (1L, 1R) de ambos os globos oculares (10L, 10R) e o objeto é especificado pela direção visual da origem (1). Um valor de referência qCHO do ângulo de convergência é calculado usando-se as linhas de fixação (13Lo, 13Ro), cujas direções visuais são em direção ao objeto (12), que é a interseção das linhas de fixação (13Lo, 13Ro) após as passagens através dos pontos de referência do projeto (11PL, 11PR) das lentes de óculos (11L, 11R). O ângulo de convergência, entre as linhas de fixação passando através das lentes de óculos e estendendo-se para um ponto de avaliação objeto, em uma dada direção visual, é calculado e a aberração da convergência é calculada pela diferença entre o ângulo de convergência e o valor de referência qCHO do ângulo de convergência.

MÉTODO IMPLEMENTADO POR COMPUTADOR PARA PROJETAR LENTE DE ÓCULOS, MÉTODO PARA FABRICAR LENTE DE ÓCULOS, E, SISTEMA PARA FABRICAR LENTE DE ÓCULOS

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um método para avaliar lentes de óculos, o método sendo usado para avaliar o desempenho quando as lentes de óculos são projetadas ou produzidas, e a um método de projetar lentes de óculos e um método para fabricar lentes de óculos usando-as.

FUNDAMENTOS

[002] Para avaliar ou projetar lentes de óculos, vários métodos de avaliação e métodos de projetar são propostos para obter a visibilidade ótima e especialmente uma técnica é proposta que se focaliza em visão em um estado em que as lentes de óculos são gastas. É referenciado, por exemplo, no documento de patente 1 (Pedido Examinado Publicado Japonês No. HEI02-39767B (Publicação Provisória de Patente Japonesa No. SHO57-10113A)), documento de patente 2 (Publicação de Pedido de Patente Não-examinado Japonês (Tradução do Pedido PCT) No. 2008-511033A) e documento de patente 3 (Publicação de Pedido de Patente Não-examinado Japonês (Tradução de Pedido PCT) No. 2000-506628A), como pode ser visto pelos olhos esquerdo e direito quando um par de óculos está gasto. Além disso, como referências, no documento de patente 4 (Publicação Provisória de Patente Japonesa No. HEI01-221722A), documento não-patente 9 (Bernard et al. Traps in displaying Optical performances of a progressive-addition lens”, APPLIED OPTIC, Vol. 31, No. 19, (1992), p. 3586-3593) e documento não-patente 10 (“Handbook of Visual Information Processing”, Editado por The Vision Society of Japan, Asakura Publishing Co., Ltd. (2000), p. 285, Fig. 7.1) não há referência referente a visão binocular, entretanto, exemplos concretos de um sistema óptico que representa uma relação posicional entre um objeto, uma lente de óculos e um globo ocular são descritos.

[003] Primeiramente, exemplos de documentos de patente 1-3, que se referem a melhorias de visão binocular por óculos, são mencionados a fim de clarificar problemas.

[004] A invenção descrita no documento de patente 1 é uma patente de avanço como uma aproximação a uma função binocular. O documento de patente 1 descreve uma condição desejada em que a função binocular é realizada. Isto é, são descritos uma faixa de um astigmatismo em uma faixa progressiva, um arranjo do astigmatismo e um erro de alinhamento na maior parte de uma lente, faixas de prisma de lentes de óculos esquerda e direita e uma condição nas direções de inclinações induzidas pelos prismas. Entretanto, a reavaliação da presente invenção descrita no documento de patente 1 inclui alguns sérios defeitos.

[005] Primeiramente, um cálculo de aberração de uma linha de fixação emitida por uma lente é realizado sem considerar a lei de Listing em um olho, que é um movimento primário do globo ocular. Neste caso, o cálculo de um astigmatismo residual torna-se incerto e não se pode dizer que há o efeito predeterminado descrito no documento. Além disso, o movimento de um globo ocular de um olho pode ser considerado como um movimento rotacional realizado enquanto centrado em um ponto do globo ocular, isto é, o centro de rotação. Um plano frontal, incluindo o centro de rotação em uma posição de onde o globo ocular está olhando fixo para a frente, é chamado uma superfície de Listing. É a lei de movimentos principais de um globo ocular que o eixo geométrico rotacional do globo ocular situa-se dentro de uma superfície de Listing e é chamada a lei de Listing.

[006] Em segundo lugar, está escrito que as partes progressivas das lentes esquerda e direita estão dentro das faixas de prisma predeterminadas e que quase os mesmos astigmatismos e erros de alinhamento são considerados e as desfocalizações são as mesmas, portanto, uma visão estereoscópica (parece que é uma visão binocular) é fina. Entretanto, no documento de

patente 1, não é mostrado que equilíbrio dos astigmatismos e dos erros de alinhamento é fina para a visão estereoscópica e a extensão da finura não é quantitativamente mostrada. A este respeito, não é claro como as lentes de óculos descritas no documento de patente 1 são configuradas.

[007] Em terceiro lugar, na página 5, linhas 25 – 44 do documento de patente 1, a explicação da “Fig. 2” do documento não é para um sistema óptico para uma visão binocular. Esta figura é mostrada na Fig. 22. Na Fig. 22, quando os globos oculares 57 e 58 olham reto em um ponto PP de uma superfície assunto 59, as linhas de visão 50 e 51 são direcionadas para o ponto PP. As lentes de óculos 52 e 53 são arranjadas em frente dos globos oculares 57 e 58. Pelo efeito de prisma das lentes de óculos 52 e 53, para um olho esquerdo 57, é visto que o ponto PP é colocado em um ponto de interseção PL da linha de visão 54 e da superfície 59 e, para um olho direito 58, é visto que o ponto PP é colocado em um ponto de interseção PR. É descrito nas linhas 41 – 42 da mesma página que a relação entre as linhas de visão mostradas na Fig. 22 pode ser imaginada como uma lente de óculos que é simétrica com respeito a um meridiano principal. Entretanto, como pode ser visto pela fórmula de Prentice ( $P = (h \times D) / 10$ ), um efeito de prisma é proporcional a uma força dióptrica. Portanto, esta afirmação é válida somente para lentes, de modo que a lente esquerda e a lente direita sejam idênticas.

[008] Adicionalmente, a fórmula de Prentice é uma fórmula de aproximação, que é suficiente para uso comum, e significa que aquela prisma P de uma lente é proporcional a uma distância, h (em unidade de mm), a partir do centro e uma dioptria D. Em resumo, uma vez que as potências ópticas de uma lente esquerda e uma lente direita são geralmente diferentes, a afirmação acima descrita não é óbvia e não estabelecida. Além disso, após a explanação da “Fig. 2” no documento de patente 1, as explanações são baseadas em uma da lente esquerda e lente direita por todo o documento, sem especificar um sistema de coordenadas e a origem que especifica o ponto alvo Pp. Portanto, a

configuração não é adequada para um sistema óptico para uma função binocular.

[009] Quarto, a extensão da distorção mostrada na “Fig. 4” do documento de patente 1 é de difícil entendimento. Esta figura é mostrada na Fig. 23. A explanação da figura do documento de patente 1 existe na linha 17 na coluna à direita na pág. 5, onde é explicado que a figura é uma figura de representação de uma treliça equidistante e simétrica. A Fig. 23 é uma figura em que as diferenças posicionais na direção horizontal são tiradas do ponto Pp, quando um ponto de grade da treliça na superfície é estabelecido no ponto PP. Especialmente, pode ser visto que ele é destorcido na parte periférica inferior. Nas linhas 25 – 27 da mesma coluna do documento de patente 1 é explicado que esta é uma distorção conformada em sela ou uma distorção em tambor. Isto é, no documento de patente 1 é ensinado que há uma relação entre as diferenças posicionais na direção horizontal,  $\Delta PH$ , e a distorção. Quando é admitido que há uma relação entre as diferenças posicionais na direção horizontal,  $\Delta PH$ , e a distorção, a treliça é distorcida quando todas as linhas de visão 54 e 55 têm pontos de interseção que não o ponto PP da superfície 59. Entretanto, neste caso, uma vez que as diferenças posicionais na direção horizontal são 0, surge uma contradição pelo fato de que a Fig. 23 torna-se uma figura que não é distorcida. Portanto, as diferenças posicionais na direção horizontal,  $\Delta PH$ , não têm relação com a distorção. Além disso, é descrito que uma figura distorcida é processada como uma imagem desenhada com linhas retas por um cérebro. Entretanto, não é descrita uma base referente a que extensão a figura está distorcida, a figura pode ser processada como linhas, embora seja um assunto importante. Portanto, não pode ser claramente entendido se a distorção mostrada na Fig. 23 torna-se linhas retas em um cérebro ou não.

[0010] Quinto, é que o alvo está na superfície. Basicamente, o alvo é arbitrariamente determinado por um projetista. Portanto, em geral, as lentes

do globo ocular são projetadas de modo que o desempenho das lentes do globo ocular torne-se mais elevado em um alvo arbitrário determinado por um projetista. Entretanto, no documento de patente 1, o método de avaliação é limitado a candidatos do alvo que são adotados para lentes de globo ocular para caracteres de leitura em um jornal conciso ou em uma parede. Os pontos dentro do alvo que não um ponto de fixação do documento de patente 1 têm grandes diferenças de distâncias de ambos os globos oculares. Portanto, torna-se difícil simultaneamente ajustar um erro de potência pelo ponto de fixação, um astigmatismo residual e prisma. Conseqüentemente, o prisma torna-se maior. Portanto, em um sistema em que o alvo está em uma superfície, é difícil avaliar uma visão binocular.

[0011] No documento de patente 2, um método de projeto para lentes de globo ocular é proposto. No método de projeto, um estado, em que uma direção de vista dianteira de uma pessoa vestindo um par de óculos é mudada em direção a um lado de um olho dominante, é considerada. Se a mudança descrita no documento de patente 2 for verdadeira para uma visão próxima, então é um fenômeno interessante e, naturalmente, deve haver uma invenção que utilize o fenômeno fisiológico. Entretanto, o documento de patente 2 inclui os problemas descritos abaixo.

[0012] Primeiramente, um objeto a ser medido é um corpo vivo. Assim, há um problema na precisão da medição. No exemplo descrito no parágrafo 0030 do documento de patente 2 está escrito que a mudança é de 2 cm. Se for de 2 cm, é fácil de medir, porém se a mudança for menor, torna-se difícil medir estavelmente. É descrito no parágrafo 0063 do documento de patente 2 que ela pode ser medida com “um erro absoluto menor do que ou igual a 3 mm”. Entretanto, considerando-se que um grau ordinário de uma inserção para a visão próxima de uma lente de poder progressivo é de 2,5 mm, o grau de erro é muito grande.

[0013] O segundo problema é que um fenômeno de que “uma direção

de visão frontal é mudada em direção a um lado de um olho dominante” contradiz a lei de Hering de inervações iguais, que é a única lei referente a movimentos de olho binoculares. É difícil melhorar uma função binocular projetando-se lentes de óculos através de uma medida que é baseada em um fenômeno contradizendo a lei de Hering de inervações iguais. Aqui, uma explicação da lei de Hering de inervações iguais pode ser vista no documento de patente 8 (escrito por Ryoji Osaka, Sachio Nakamizo e Kazuo Koga, “Binocular Movement and Hering Theory, Experimental Psychology of eye movement”, The University of Nagoya Press (1993), Capítulo 3, p. 60 – 61, escrito por Sachio Nakamizo). A teoria de Hering referente ao movimento binocular consiste de uma hipótese de que uma inervação da versão (movimento binocular ipsilateral), que gera movimento binocular, e uma inervação de vergência (movimento binocular contralateral) existem, uma hipótese de inervações iguais de ambos os olhos que significam quantidades de inervações atribuídas aos respectivos olhos são sempre iguais (lei de Hering) e uma hipótese de aditividade de inervações que significa que a aditividade mantém-se entre estes dois tipos de inervações.

[0014] Além disso, como uma opinião diferente, sabe-se que um centro de rotação não é fixo e move-se bem como muda durante o movimento ocular. Está escrito, por exemplo, no Pedido Examinado Publicado Japonês No. SHO 42-9416B (na página 4, coluna direita, linhas 16-21) que o centro de rotação é de modo que ele não gira enquanto centrado por um único ponto e gira enquanto centrado por diferentes pontos, dependendo de seu uso. A asserção de “deslocamento da direção da vista frontal” no documento de patente 2 pode ser explicada pelo fato de que um centro de rotação de um globo ocular ele próprio muda. Isto é, quando é considerado que os centros de rotação movem-se, um ponto médio entre os centros de rotação dos globos oculares esquerdo e direito também se move e uma direção de vista dianteira também se move. Desta maneira, é considerado que uma suposição de que os

globos oculares esquerdo e direito simetricamente movem-se melhor conforma-se com o fato fisiológico de que a suposição de que os globos oculares esquerdo e direito movem-se assimetricamente, o que é insistido pelo documento de patente 2.

[0015] Em terceiro lugar, é escrito no parágrafo 0039 do documento de patente 2 que “uma fusão binocular superior é trazida”. Entretanto, a extensão não é clara. Especificamente, é escrito que, se um astigmatismo ocorresse (é considerado um astigmatismo residual) é menor do que ou igual a 0,5 de dioptria, então é um campo de visão confortável. Entretanto, um erro de poder ocorre dependendo de uma distância alvo. Portanto, um campo de visão confortável não é realizado, exceto para o caso em que se supõe que o alvo é colocado em uma posição em que o erro de poder é 0. Em uma formas de realização do documento de patente 2, duas figuras, que são uma figura de erros de poder e uma figura de astigmatismos ocorridos, são mostradas, dependendo das condições de observação. Entretanto, seu equilíbrio não é mencionado. Portanto, pode ser dificilmente entendido se campos confortáveis de visão puderem ser obtidos, sem mostrar o equilíbrio ou relação entre um erro de poder e um astigmatismo ocorrido.

[0016] Além disso, é incorreto insistir que “uma fusão binocular se torna melhor” mostrando-se diagramaticamente somente erros de poder e astigmatismos ocorridos. Um distúrbio em que uma visão binocular é incapacitada mesmo se os olhos esquerdo e direito estiverem obtendo boas aptidões para ver pode ser encontrado principalmente em muitos pacientes estrábitos. Em uma avaliação convencional de um erro de poder e um astigmatismo tal como a avaliação neste documento de patente 2, a avaliação desempenhos específicos de uma visão binocular não é adequada.

[0017] Em quarto lugar, como no caso do documento de patente 1, o objeto desta patente é uma superfície, como é evidente pela “Fig. 1” ou “Fig. 4” do documento de patente 2. Isto é, coisas que são similares à quarta

indicação referente ao documento de patente 1 podem ser ditas.

[0018] No documento de patente 3, é descrita uma técnica referente a um globo ocular do chamado tipo recorrente, a lente sendo curvada de sua frente em direção a um lado de orelha. Além disso, na página 13 ou 15 do documento de patente 3, há algumas descrições acerca da disparidade prismática de eixo geométrico-deslocado. Aqui, defeitos referentes a uma visão binocular, a visão binocular sendo a tese no documento de patente 3, são principalmente descritos.

[0019] Primeiramente é escrito que as técnicas descritas no documento de patente 3 são uma técnica acerca de uma lente de globo ocular de um tipo recorrente ou uma lente de globo ocular de óculos protetores. Entretanto, suas configurações não são claras. Na invenção principal descrita no documento de patente 3, é admitido que há uma área prescrita e uma área temporal periférica. A diferença entre estas duas áreas reside nos formatos das superfície, como descrito nas páginas 28 – 30 do documento de patente 3. Aqui, um método de explicar a diferença não é baseado na avaliação por cálculos de rastreamento de raio, que são comumente usados no momento, porém é um método simplificado que calcula a partir de um formato de uma superfície de lente que foi usada para a explanação de uma lente progressiva no passado. Portanto, o poder refrativo e o astigmatismo são valores derivados de uma curva que são calculados de derivados da superfície. Assim, eles são diferentes daqueles calculados por rastreamento de raio. Além disso, similarmente, não há descrição referente a consideração da lei de Listing de movimento de um globo ocular, que é usualmente considerada para projetos atualmente. Portanto, é diferente de uma avaliação ou um projeto que é baseado em uma base fisiológica, tal como a lei de Listing. Além disso, a área temporal periférica é assim arbitrariamente que a diferença da área prescrita torna-se mais clara. Assim, a área temporal periférica não está formando uma condição limitante. Portanto, pode ser considerado que a descrição é somente

válida para projeto normal de uma lente.

[0020] Em segundo lugar, com referência à definição de disparidade prismática de eixo geométrico-deslocado, descrita em uma parte mais baixa da página 13 do documento de patente 3, é somente descrito que “um defeito em uma visão binocular surge quando um astigmatismo, em uma parte temporal e um astigmatismo em uma parte nasal não são iguais”. Entretanto, a descrição é insuficiente e não pode ser entendido a que astigmatismos se refere. Além disso, como um método de corrigir a disparidade prismática de eixo geométrico-deslocado, há somente uma descrição na página 15 do documento de patente 3 de que uma superfície esférica é adotada. Assim, a descrição é insuficiente. Além disso, embora seja claro que a avaliação é realizada com uma única lente ocular, conclui-se na página 13 do documento de patente 3 que “há um defeito em uma visão binocular”. O fundamento da conclusão não é claro.

[0021] Em terceiro lugar, na página 15 do documento de patente 3, são mencionados um ajustamento entre um poder refrativo, um astigmatismo e uma disparidade de um prisma e um equilíbrio de elementos para uma correção óptica. Entretanto, a descrição de que um efeito em uma visão binocular é aceitável, contanto que o defeito esteja dentro de uma faixa dos valores da tabela da página 15, não pode ser entendida. Pode ser lido por esta tabela que um grau de correção diminui quando um potência de lente prescrita torna-se mais forte. Pode ser lido que “um erro é suficientemente corrigido com uma correção menor e o defeito da visão binocular é aceitável” significa que, quando a potência da lente prescrita se torna mais forte, a tolerância do paciente a uma visão binocular torna-se maior. Esta assertiva é difícil de entender, uma vez que é uma descrição de uma tolerância baseada em avaliação de um único olho. Com o assunto do documento de patente 3, em que mesmo um método de determinação de uma tolerância de uma visão binocular não é descrito, é difícil predizer se é possível projetar de modo que

uma tolerância se torne menor do que ou igual a esta tolerância, como com um padrão normal para lentes de óculos. Isto é, com uma descrição de tal tolerância em um estado em que mesmo uma visão binocular não é definida, não é fácil aplicar esta tolerância a um projeto de lente de outra prescrição geral.

[0022] Aqui, parece que a avaliação de uma visão binocular através da avaliação de um único olho é baseada na razão de que uma parte temporal e uma parte nasal devem ser iguais, uma vez que, quando olhando para a direita, uma parte temporal direita é usada em uma lente direita e uma parte nasal é usada em uma lente esquerda. Entretanto, este é um caso em que há uma condição de que uma lente esquerda e uma lente direita são iguais, por exemplo, como tratado no terceiro problema do documento de patente 1. Tal prescrição é muito rara. Além disso, suponhamos um caso em que seja afirmado que prescrições para o olho esquerdo e para o olho direito são quase as mesmas. Neste caso, considerando-se que o limite de sensibilidade de um ângulo de fusão sensorial é de cerca de 10 segundos em ângulo, é difícil capturar uma visão binocular com tal concepção grosseira. Além disso, quando se aplicando às lentes de finalidade geral, é problemático aplicar a avaliação e o projeto que são baseados em tal tolerância, que ressentem-se de uma base fisiológica, a um corpo humano, mesmo se as prescrições esquerda e direita não forem conhecidas antecipadamente. Como resultado, há o risco de que dá desconforto ou aumenta o cansaço.

[0023] Em seguida, é considerado que é possível construir um Sistema Óptico de Globo-ocular Binocular de Objeto – Lentes de Óculos estendendo-se um Sistema Óptico de Globo-Ocular de Único Olho de Lente de Óculos – Objeto. A Fig. 5 do documento não-patente 9 mostra um Sistema Óptico de Globo-Ocular de Olho Único de Lente de Óculos, Objeto. Como mostrado na Fig. 24, um sistema de coordenadas de um sistema óptico mostrado na Fig. 5 mostra um centro de rotação de globo ocular como a

origem e um ângulo azimute  $\alpha$  um ângulo de elevação  $\beta$  de um ângulo de visualização como respectivos valores de coordenadas. Adicionalmente, uma distância do centro de rotação do globo ocular até uma lente é indicada por  $q'$ . Tal Sistema Óptico de Globo Ocular de Olho Único de Lente de Óculos Objeto, como mostrado na Fig. 24, foi continuamente adotado (aqui um ângulo de visualização foi aquele de uma variável), da era de Tscherning, que é de mais do que 100 anos atrás. Neste sistema, a origem da coordenada é colocada no centro de rotação do globo ocular, uma vez que o globo ocular gira. Um ponto de referência de projeto é colocado em um centro geométrico de lente, que é um ponto de referência de uma aberração. A aberração é representada por diferenças em valores ópticos ao longo de uma linha de fixação que se estende do centro de rotação do globo ocular até um objeto através de um ponto de referência de lente, enquanto ajustando-se o ponto de referência de projeto como um ponto de referência. Além disso, para um caso de visão distante, é comum que um objeto não seja mostrado, uma vez que o objeto é localizado em uma distância do infinito. A fim de estender este sistema óptico para um sistema para uma visão binocular, a origem deve corresponder a dois centros de rotação de globo ocular. Portanto, algumas engenhosidades são requeridas.

[0024] Em seguida, um objeto é considerado quando o objeto é submetido a visão próxima do Sistema Óptico de Globo Ocular de Olho Único de Lente de Óculos Objeto. Neste caso, tecnicamente, uma lente de visão próxima pode ser considerada como uma lente de óculos. Entretanto, na verdade, a lente é substituída por uma lente de visão distante. Assim, a “Fig. 2” do documento de patente 4, que mostra um sistema óptico com uma lente progressiva, é considerada. Esta figura é mostrada na Fig. 25. Na Fig. 25, uma esfera de ponto-distante T de uma linha de visão 1, quando vendo distante de um centro de rotação  $C_R$  de um globo ocular O e estados de visão distante ( $\infty$ ) e visão próxima ( $0,5 \text{ m} = 2 \text{ Dptr}$ ) através de uma lente

progressiva são mostrados. O “objeto” desta figura é dedicado para a lente progressiva e é um dos alguns exemplos que diagramaticamente mostra um objeto para visão próxima. Como mostrado na Fig. 25, um objeto no infinito é ilustrado na parte da visão distante. Convencionalmente, na indústria de óculos, um objeto tem sido costumeiramente indicado com notação dióptrica. Indicando com notação dióptrica, como com este exemplo, uma distância infinita torna-se visível. Entretanto, para uma avaliação do desempenho da lente, não é necessário que o objeto seja tratado desta maneira, mesmo se a lente for uma lente progressiva. Aqui imagina-se que foi arranjada somente para um valor alvo de um cálculo de otimização. O assunto da invenção descrito no documento de patente 4 é somente para uma lente de olho único pro todo o documento e não há referência a uma visão binocular. Portanto, não é claro como o objeto se torna, quando o sistema óptico mostrado na Fig. 25 é estendido para um binocular.

[0025] Considera-se que, incluindo nos documentos de patente descritos acima e documentos de não-patente, não há Sistema de Globo Ocular Binocular Lentes de Óculos Objeto que seja comumente usado na indústria de lente de óculos, em uma ocasião quando o presente pedido é arquivado. Portanto, uma configuração de uma visão binocular, que pode ser comumente encontrada em psicologia etc., é considerado. Não há configuração de uma visão binocular em que um par de lentes de óculos seja desgastado. Entretanto, há um Sistema de Globo Ocular Binocular Objeto. Entretanto, há um Sistema de Globo Ocular Binocular Objeto. Por exemplo, um círculo de Vieth-Muller ou um círculo de iso-convergência descrito na página 39 do documento de não-patente 3 (Howard, I. P. e Rogers, B. J. “Binocular vision and stereopsis”, Capítulo 3, New York, Oxford Press (1995) p. 1 –736 ou na página 285 do documento de não-patente 10 etc., podem ser considerados.

[0026] A Fig. 26 é um diagrama mostrando o círculo Vieth-Muller,

$C_V$ , e o círculo de iso-convergência,  $C_C$ , descritos no documento de não-patente 10. O círculo de Vieth-Muller,  $C_V$ , é definido ser um círculo que passa através dos pontos nodais  $n_L$  e  $n_R$  dos globos oculares esquerdo e direito e um ponto  $F$ , quando tanto o olho esquerdo  $Le$  como o olho direito  $Re$  estão se fixando no ponto  $F$ . Além disso, o círculo de iso-convergência  $C_C$  é definido ser um círculo que passa através dos centros de rotações  $C_L$  e  $C_R$  de ambos os globos oculares  $Le$  e  $Re$ , e um ponto de fixação  $F$ . Na Fig. 26, um ponto médio e um plano mediano dos centros de ambos os globos oculares  $CL$  e  $C_R$  são indicados por um ponto  $M$  e uma linha tracejada  $P_M$ , respectivamente. Como é óbvio pela Fig. 26, o círculo Vieth-Muller,  $C_V$ , é um horóptero geométrico (um conjunto de pontos de objetos externos, que estimula pontos correspondentes nas retinas de ambos os olhos; os objetos de um horóptero não geram diferenças de imagem retinal) representadas pelo círculo conectando o ponto de fixação  $F$  de um objeto a ser visto e os pontos nodais  $n_L$  e  $n_R$  de ambos os globos oculares. Entretanto, neste círculo Vieth-Muller,  $C_V$ , quando um par de lentes de globo ocular são desgastadas, elas não se tornam iso-convergentes e, além disso, não têm uma característica de modo que sejam equidistantes entre si. Portanto, isso não pode ser avaliado em um projeto de lente de óculos. Entretanto, de acordo com as leis de Wells-Hering de direção visual, há uma vantagem que é reconhecida de que a origem é no círculo Vieth-Muller e que os pontos sobre o círculo Vieth-Muller são colocados quase equidistantes entre si. O círculo de iso-convergência  $C_C$ , que é se parece com o círculo Vieth-Muller  $C_V$ , isto é um em que os pontos nodais do círculo Vieth-Muller são substituídos pelos centros de rotações dos globos oculares, é um círculo que passa através dos centros de rotação de ambos globos oculares e as partes restante são as mesmas que do círculo Vieth-Muller. Aqui, as leis de Wells-Hering de direção visual são leis referentes a uma questão que “por que o mundo visto é um, embora seja olhado através de dois olhos”. As leis de Well-Hering de direção visual não são as leis que

diretamente respondem a esta questão, porém elas são conhecidas como as leis que definem em que direção visual o mundo é visto. Com referência a estas leis, os pontos (a) e (b) abaixo são conhecidos:

(a) Uma origem de uma direção visual está no olho de Cyclops, que é admitido ser em um ponto médio de ambos os olhos.

(b) Um objeto de um eixo geométrico de visão pode ser visto em uma linha (um eixo geométrico direcional) conectando um ponto de interseção de ambos os eixos-geométricos do olho e do olho de Cyclops.

[0027] Por exemplo, na página 56 do documento de não-patente 3, há um horóptero empírico. A figura é mostrada na Fig. 27. Na Fig. 27, um horóptero horizontal empírico  $H_L$  e um horóptero vertical empírico  $H_V$  são uns em que as distâncias, que podem ser psicologicamente vistas como sendo forma equidistante de si próprio são rastreadas. O horóptero vertical empírico  $H_V$  tem uma característica de modo que é inclinado por 2 – 5 graus da direção vertical  $V_t$  em direção ao lado de trás (um lado separado dos globos oculares  $L_e$  e  $R_e$ ). Isto confirma um fato experimental de que é fácil ler, se for inclinado em cerca de 10 graus, durante a leitura. Uma vez que uma variação individual é grande, deve ser adotado como um elemento individual. Entretanto, é difícil de adotar, uma vez que os valores medidos reais são poucos. Além disso, uma faixa que pode ser vista ser equidistante é somente uma parte cilíndrica na figura e não há outras partes. Assim, não pode ser usado como um sistema de óculos.

[0028] Como descrito acima, convencionalmente, o Sistema de Globo Ocular Binocular de Lentes de Óculos Objeto”, que se localiza em um objeto de ambos os olhos, um par de lentes de óculos e ambos globos oculares, não foi claramente definido. No campo da psicologia, há uma teoria em que um vizinho de um ponto médio de ápices de córneas de ambos os globos oculares é considerado como uma origem de uma direção visual. Entretanto, se aquele ponto for estabelecido como a origem, então o ponto se move quando os

globos oculares giram para cima e para baixo e uma conformidade com um Sistema de Globo Ocular Único-Lente-Objeto será perdido. Pode ser considerado que um ponto em uma linha intermediária, tal como uma distância entre um ponto de fixação e um centro de rotação de um globo ocular, é igual a uma distância entre o ponto de fixação e um centro de rotação do outro globo ocular, pode ser considerado como a origem da direção visual. Entretanto, é problemático com base em uma razão similar. Convencionalmente, há alguns casos em que é tentado melhorar uma visão binocular pelo processamento dos efeitos do prisma das lentes de globo ocular. Entretanto, uma realização de um método de avaliação de um desempenho de uma visão binocular, o método de avaliação sendo baseado mais no conhecimento fisiológico, é desejado.

[0029] Com base no acima, é um objetivo da presente invenção resolver os problemas descritos abaixo.

[0030] 1. Definir uma origem de uma direção visual e de um sistema de coordenadas que são adequados para uma avaliação de um desempenho de uma visão binocular, quando um par de óculos é usado.

[0031] 2. Esclarecer um “objeto” que está proxicamente relacionado com uma avaliação de um desempenho de uma visão binocular.

[0032] 3. Realizar uma avaliação quantitativa de um desempenho de uma visão binocular, que é baseada em um conhecimento fisiológico conhecido de uma função binocular, a avaliação sendo válida na inteira superfície de um campo de visão binocular e a avaliação não dependendo do formato de um objeto.

### SUMÁRIO

[0033] A fim de resolver os problemas acima, um Método para avaliar as lentes de óculos de acordo com a presente invenção incluindo as etapas 1 – 3 é descrita abaixo.

[0034] 1. Como uma primeira etapa, inclui uma etapa de ajustar um

sistema óptico empregando-se um sistema de coordenadas, para o qual uma origem é colocada em um ponto médio dos centros de rotação de ambos dos globos oculares e em que um objeto é especificado por uma direção visual da origem, o sistema óptico incluindo o objeto, lentes de óculos esquerda e direita e ambos globos oculares. Isto é, na presente invenção, uma configuração, que foi adotada por mais do que um século e em que um centro de rotação de um globo ocular é iniciado em uma origem em uma direção de visualização, é abolida, e uma origem em uma direção de visualização de um Sistema de Ambos Globos Oculares - Lente de Óculos – Objeto para uma visão binocular é estabelecida em um ponto médio entre os centros de rotações de ambos os globos oculares, de acordo com as leis de Wells-Hering de direção visual. O sistema inclui o objeto a ser visto, as lentes de óculos e os globos oculares para cálculos ópticos. O sistema de coordenadas pode ser adotado arbitrário, porém, uma vez que uma coordenada polar é usualmente adotada para o Sistema de Um Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto, a coordenada polar é preferível. Com este sistema de coordenadas, os desempenhos de uma visão binocular podem ser definidos. Isto é, os desempenhos da visão binocular são indicados, através deste sistema de coordenadas, em termos de ângulos abarcados com respeito a um objeto, especificamente, um ângulo azimute e um ângulo de elevação. Aqui, neste sistema, os centros de rotação dos globos oculares não são necessariamente pontos fixos dos movimentos dos globos oculares do sistema.

[0035] 2. Como uma segunda etapa, inclui a etapa de calcular um valor de referência de um ângulo de convergência com linhas de fixação para as quais um ponto de fixação do objeto é estabelecido como uma direção de visualização, o ponto de fixação sendo um ponto de interseção em que as linhas de fixação cruzam-se, após passar através dos pontos de referência de projeto das lentes de óculos esquerda e direita. O objeto do Sistema de um globo ocular – Lente de Óculos – Objeto sendo estabelecido na presente

invenção, é um objeto arbitrário e a presente invenção não é limitada pelo objeto. O objeto é estabelecido de modo que a explanação tenha concretude. Na presente invenção, é preferível que o objeto satisfaça as seguintes condições. Para um caso de uma única lente de foco, as distâncias são as mesmas quanto vendo-se por si próprio, isto é, um hemisfério em frente dos olhos é preferível. Em um caso de um hemisfério, o raio pode ser estabelecido, por exemplo, em uma distância entre um ponto de interseção de linhas de fixação e uma origem, as linhas de fixação sendo dos centros de rotação dos globos oculares esquerdo e direito e passando através dos pontos de referência de projeto esquerdo e direito. Como um método de notação, a notação dióptrica, que tem sido uma prática da indústria, pode ser usada e a posição do objeto pode ser especificada com isto.

[0036] Para um caso de uma lente de potência progressiva, o objeto é um ângulo de visualização do ponto de interseção das linhas de fixação, que são dos centros de rotação dos globos oculares esquerdo e direito e passam através dos pontos de referência de projeto, da origem na direção de visualização. Em seguida, o objeto do plano intermediário torna-se um objeto que é similar ao objeto mostrado na “Fig. 2” do documento de patente 4, isto é, mostrado na Fig. 25. Outros pontos são deixados como opções do projetista da lente de potência progressiva. Em muitas patentes sobre lente de potência progressiva, usualmente um objeto não é descrito. Portanto, ele pode ser substituído por um objeto para uma lente de foco único, isto é, um hemisfério cujo radio é definido pelo ponto de referência do projeto e avaliado. Como uma etapa mais específica, um formato de lente é estabelecido de modo que um valor prescrito seja obtido no ponto de referência de projeto do óculos no Sistema de ambos globos oculares – Lentes de óculos – Objeto de ambos os olhos. Um valor de prescrição e um ângulo de convergência dos centros de rotação dos globos oculares em direção às lentes de óculos em ambos os olhos são calculados e é estabelecido como um valor de referência do ângulo de

convergência.

[0037] 3. Como uma terceira etapa, ele inclui uma etapa de calcular o ângulo de convergência com as linhas de fixação, as linhas de fixação estendendo-se para um ponto de avaliação objeto em um ângulo de visualização arbitrário e passando através das lentes de óculos esquerda e direita e calculando-se uma aberração de convergência de uma diferença entre o ângulo de convergência e o valor de referência do ângulo de convergência. Uma vergência (movimento binocular contralateral) da Lei de Hering de inervações iguais que é uma lei de movimento de uma visão binocular, a saber, “a aberração de convergência”, que é um desempenho de uma visão binocular derivada de um movimento de convergência, é inventada. As convergências incluem aquelas que são baseadas nas linhas de fixação do lado da imagem, que é dos centros de rotação dos globos oculares para as lentes de óculos esquerda e direita, e aquelas que são baseadas nas linhas de fixação no lado do objeto, que é das lentes de óculos esquerda e direita para o objeto. Tanto no lado da imagem como no lado do objeto, o ângulo de convergência e a aberração de convergência, que é derivada do ângulo de convergência através da definição descrita abaixo, podem ser definidos e ambos estão dentro do escopo da presente invenção. Os ângulos de convergência e as aberrações de convergência no lado da imagem e no lado do objeto têm respectivas relações proporcionais, de modo que os coeficientes de proporcionalidade são aproximadamente proporcionais a uma a um poder da lente. Entretanto, os valores no lado do objeto variam, dependendo do formato da lente. Portanto, na presente invenção, é mais preferível utilizar-se o ângulo de convergência com base nas linhas de fixação do lado da imagem.

[0038] Como uma etapa mais específica, por exemplo, um erro de poder que depende do ponto de avaliação do objeto do Sistema de Ambos globos oculares – Lentes de Óculos – Objeto, um astigmatismo residual e o ângulo de convergência que é do centro de rotação do globo ocular e se

estende até a lente de óculos são calculados. Uma diferença da convergência no ponto de avaliação é obtida através do estabelecimento do ângulo de convergência obtido na segunda etapa como referência. A seguir, a diferença da convergência é definida ser “a aberração de convergência”.

[0039] Como descrito acima, na presente invenção, uma origem na direção de visualização, que é adequada para uma visão binocular, é definida. Portanto, quando um valor de prescrição é diferente, ou quando uma armação tem um diferente ângulo de inclinação ou ângulo de elevação, torna-se possível opticamente comparar antes e depois da mudança de um óculo e torna-se possível realizar uma consistente avaliação. Além disso, em um limite em que uma distância entre os globos oculares torna-se 0, torna-se o Sistema de Único Globo Ocular – Lente de óculos – Objeto, que foi usado em geral no passado. Portanto, não gera qualquer contradição com o projeto de olho único convencional. Além disso, mesmo na distância entre as mudanças de globos oculares, o objeto é aproximadamente equivalente. Em outras palavras, quando o objeto é fixado, para óculos entre examinandos (pessoas usando os óculos) tendo diferentes distâncias entre os centros de rotação dos globos oculares, torna-se possível comparar seu mérito relativo referente a uma fusão, através da avaliação das aberrações de convergência acima descritas.

[0040] A seguir são razões pelas quais a convergência é focalizada para avaliação de uma função binocular. Isto é, de um conhecimento de uma aspecto funcional de sistemas vivos, sabe-se que uma latência de convergência é de 150 – 200 ms, um movimento de globo ocular impulsivo é de 200 ms e cerca de 800 vezes/seg, um controle de movimento é de 350 – 400 ms e uma resposta próxima de pupilar é de 400 – 450 ms. Levando-se isto em consideração, entre os movimentos de linhas de fixações de um objeto, durante um movimento de convergência induzida por disparidade, que é uma combinação da convergência e do movimento do globo ocular impulsivo, o

controle e a resposta próximo de pupilar quase não muda em comparação com a convergência e o movimento impulsivo. Portanto, a aberração de convergência é considerada como uma aberração tendo uma mais elevada prioridade do que aquela das outras aberrações, um erro de poder, e um astigmatismo residual.

[0041] Além disso, quando um objeto é uma superfície plana como com uma técnica convencional, um erro convencional de poder e um astigmatismo residual são corrigidos através da deformação da lente do óculos. Entretanto, uma convergência não é considerada de forma alguma. Uma vez que a convergência muda grandemente, dependendo de um ponto de fixação, há um caso em que uma fusão de uma função binocular torna-se difícil e um desempenho binocular é degradado. Ao contrário, na presente invenção, quando o objeto de uma única lente de foco é estabelecido ser um hemisfério, uma mudança no ambiente visual em uma ocasião, quando o globo ocular é girado, é pequena. Além disso, um objeto de uma lente de poder progressivo é deixado como uma opção, porém, em razão da aberração de convergência, uma avaliação quantitativa do objeto, para o qual uma mudança no ambiente visual é pequena, torna-se possível.

[Efeito da invenção]

[0042] Em razão da aberração de convergência definida no método de avaliação de lente de óculos da presente invenção, uma avaliação baseada em uma vergência (movimento binocular contralateral) da lei de Hering de iguais inervações que é a lei do movimento de uma visão binocular, isto é, com base em um conhecimento fisiológico que é derivado do movimento de convergência, torna-se possível. Uma vez que há um valor de referência para uma avaliação, torna-se uma avaliação uniforme em geral do campo binocular de visão, e um objeto arbitrário é possível. Além disso, em razão da aberração de convergência, torna-se possível quantitativamente avaliar uma condição de uma fusão, que é um desempenho de uma visão binocular.

### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0043] A Fig. 1 é um diagrama mostrando um Sistema de Globo Ocular – Lente de óculos – Objeto para explicar um “objeto” que é usado em uma formas de realização de um método de avaliação de lente de óculos.

[0044] A Fig. 2 é um diagrama mostrando um valor de referência de um ângulo de convergência em um lado de imagem do Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto, que é usado na formas de realização do método de avaliação de lente de óculos de acordo com a presente invenção.

[0045] A Fig. 3 é um diagrama mostrando um valor de referência de um ângulo de convergência em um lado de objeto do Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto, que é usado na formas de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0046] A Fig. 4 é um diagrama visualizando o Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto mostrado na Fig. 2, que é usado na formas de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção, de uma direção que é perpendicular a um plano médio e ilustrando uma aberração de convergência definida no lado da imagem em uma direção perpendicular ao plano.

[0047] A Fig. 5 é um diagrama vendo o Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto mostrado na Fig. 3, que é usado na formas de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção, de uma direção que é perpendicular a uma plano médio e ilustrando uma aberração de convergência definida no lado do objeto em uma direção perpendicular ao plano.

[0048] A Fig. 6 é um diagrama mostrando o ângulo de convergência no lado da imagem em um ponto de avaliação do Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto, que é usado na formas de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0049] A Fig. 7 é um diagrama mostrando o ângulo de convergência

no lado do objeto em um ponto de avaliação do Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto, que é usado na forma de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0050] A Fig. 8 é um diagrama mostrando um Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto de um exemplo de comparação.

[0051] A Fig. 9 é um diagrama mostrando um fluxograma de acordo com uma forma de realização de um método de projeto de lente de óculos da presente invenção.

[0052] A Fig. 10 é um diagrama de configuração esquemático de um sistema de fabricação de acordo com uma forma de realização de um método de fabricação de lente de óculos da presente invenção.

[0053] A Fig. 11 é um diagrama em blocos funcional de um computador do lado de fabricação do sistema de fabricação de acordo com a forma de realização de um método de fabricação de lente de óculos da presente invenção.

[0054] A Fig. 12 é um diagrama mostrando um componente paralelo de superfície de uma aberração de convergência de uma primeira forma de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0055] A Fig. 13 é um diagrama mostrando um componente perpendicular de superfície da aberração de convergência da primeira forma de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0056] A Fig. 14 é um diagrama mostrando um componente paralelo de superfície de uma aberração de convergência de uma segunda forma de realização do método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0057] A Fig. 15 é um digrama mostrando um componente perpendicular de superfície da aberração de convergência da segunda forma de realização no método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0058] A Fig. 16 é um diagrama mostrando um componente paralelo de superfície de uma aberração de convergência de uma terceira forma de

realização no método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0059] A Fig. 17 é um diagrama mostrando um componente perpendicular de superfície da aberração de convergência da terceira forma de realização no método de avaliação de lente de óculos da presente invenção.

[0060] A Fig. 18A é um diagrama esquemático mostrando uma fusão sensorial e a Fig. 18B é um diagrama esquemático mostrando uma fusão de motor.

[0061] A Fig. 19A é um exemplo de um cálculo de um ângulo de convergência quando uma distância pupilar PD é de 60 mm, e a Fig. 19B é um exemplo do cálculo do ângulo de convergência quando a distância pupilar PD é de 65 mm.

[0062] A Fig. 20 é um diagrama mostrando a área fusional de Panum, com respeito a uma frequência especial de um objeto.

[0063] A Fig. 21 é um diagrama mostrando uma relação entre uma disparidade de imagem retinal horizontal e uma profundidade percebida.

[0064] A Fig. 22 é um diagrama mostrando uma disparidade em uma superfície objetiva.

[0065] A Fig. 23 é um diagrama mostrando uma distorção em uma técnica convencional.

[0066] A Fig. 24 é um diagrama mostrando uma configuração de um Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos convencional por um único olho.

[0067] A Fig. 25 é um diagrama mostrando uma configuração de um Sistema de Globo ocular – Lente de Óculos – Objeto convencional por um único olho.

[0068] A Fig. 26 é um diagrama mostrando um círculo Vieth-Muller e um círculo de iso-convergência.

[0069] A Fig. 27 é um diagrama mostrando um horóptero empírico.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FORMAS DE REALIZAÇÃO

[0070] As formas de realização da presente invenção são explicadas

abaixo, porém a presente invenção não é limitada às formas de realização descritas abaixo. É explicado na seguinte ordem:

[1] Método de avaliação das lentes de óculos

(1) Primeira etapa (um processo de ajuste do Sistema de Globo Ocular Binocular – Lente de Óculos – Objeto)

(2) Segunda etapa (um processo de cálculo de uma aberração de referência)

(3) Terceira etapa (um processo de cálculo das aberrações em pontos arbitrários)

(4) Uma diferença de um exemplo convencional

(5) Uma explanação da diferença de uma linha real de fixação

(6) Uma explanação de um limiar de fusão

[2] Um método de projeto de lentes de óculos

[3] Um método de fabricação e um sistema de fabricação de lentes de óculos

[4] Formas de realização de um método de avaliação de lentes de óculos

(1) Forma de realização 1 (um exemplo em que um poder de astigmatismo é 0)

(2) Forma de realização 2 (um exemplo em que uma diferença entre poderes dioptria esférica esquerda e direita é maior do que ou igual a – 2D)

(3) Forma de realização 3 (um exemplo em que um ângulo de elevação é de 20 graus)

[0071] Antes de uma explanação específica de uma forma de realização da presente invenção, presunções e termos técnicos usados na forma de realização são explicados.

[0072] A fim de realizar uma avaliação ou projeto, uma lente de óculos é necessária para determinar um ponto de referência de projeto. Este

ponto de referência de projeto ligeiramente difere de uma lente de monofocal e de uma lente multifocal. Assim, eles são separadamente explicados. Para uma lente monofocal, um ponto de referência de projeto é uma posição em que os valores de prescrição (um poder de dióptrico esférico, um grau de astigmatismo, eixos geométricos de astigmatismo, um valor de prisma, um eixo geométrico prismático) são medidos e, além disso, em que uma linha de fixação e uma lente atravessam. Este ponto é também chamado como um ponto de visão, um ponto de olho ou um ponto de centragem óptica. Quando não há prisma, o ponto de referência do projeto é tratado da mesma maneira que um centro óptico. Em uma prescrição normal, um ponto de referência de projeto de uma lente é igualado com uma distância pupilar na direção horizontal, e é igualado com ligeiramente abaixo de uma pupila (cerca de 10 graus, enquanto centrado pro um centro de rotação, cerca de 4 mm) na direção vertical, em seguida é colocado dentro de uma armação. Para uma lente de leitura, nenhum projeto individual é especialmente realizado e é substituído por uma lente de fins gerais. Assim, para uma prescrição de uma lente de leitura, um ponto de referência de projeto é provido em uma posição em que uma linha de fixação de uma distância de objeto (25 cm – 50 cm) cruza com a lente e na direção horizontal o ponto de referência de projeto é estabelecido a uma distância ligeiramente mais curta (de 2 – 5 mm) (esta é chamada uma distância pupilar próxima e às vezes abreviada como NPD) do que a distância pupilar. Na direção vertical, o ponto de referência de projeto é igualado ligeiramente abaixo da pupila (cerca de 20 graus, enquanto centrado por um centro de rotação, cerca de 9 mm) e é colocado dentro da armação. Para uma lente multifocal, tal como uma lente progressiva, os pontos de referência são separadamente providos para pontos para medir os valores de prescrição para visão distante (um poder dióptrico esférico, um grau de astigmatismo, eixos geométricos de astigmatismo), um ponto do olho (um ponto a ser igualado com uma pupila), um ponto de medição de prisma, valores de prescrição para

visão próxima (poderes adicionados aos valores de prescrição para visão distante, isto é, um poder adicionado). Usualmente, o ponto do olho é igualado com uma pupila e os pontos de referência são colocados dentro de uma armação.

[0073] Na forma de realização, um projeto de lente é realizado usando-se um método de rastreio de raio. Por exemplo, no documento de não-patente 1 (escrito por Tomowaki Takahashi “Lens Design”, Tokai University Press (1994)), técnicas referentes a um projeto de otimização de uma lente por um método de rastreio de raio e uma aberração de frente de onda são descritos. Uma aberração de frente de onda é descrita no documento de não-patente 2 (Takeshi Noguichi et al., “ACTIVE OPTICS EXPERIMENTS I, SHACK-HARTMAN WAVE-FRONT ANALYZER TO MEASURE F/5 MIRRORS”, Publ. Ntl. Astron. Obs., Japão, Vol. I, (1989), p. 49 – 55) etc. Adicionalmente, no campo técnico das lentes de óculos, para um projeto de lente, um dispositivo de medição de lente, que calcula uma aberração (um erro de poder, um astigmatismo etc.) de uma medição de frente de onda após passar através de uma lente de óculos, é usada.

[0074] Uma aberração causada por uma lente ao longo de um raio principal entrando em um centro de rotação de um globo ocular de um objeto, quando o objeto é visto através de uma lente de óculos, pode ser aproximada por aberrações de baixa ordem, uma vez que o diâmetro da pupila do globo ocular é pequeno. Aqui, as aberrações de baixa ordem do campo técnico das lentes de óculos são explicadas. As aberrações de baixa ordem incluem, por exemplo, um erro de poder, um astigmatismo residual e uma aberração cromática.

[0075] Usualmente, para uma lente de distância, é prescrito que um poder refrativo de um globo ocular seja subtraído de um poder refrativo de uma lente, de modo que um objeto de um local distante da frente pode ser claramente visto em um ponto de referência de projeto (usualmente uma

posição da lente, quando um globo ocular vê o local distante da frente através da lente). Pode ser dito que um poder refrativo insuficiente é compensado por uma lente. Nessa ocasião, uma aberração é 0. Na prescrição, quando um astigmatismo é em um globo ocular no ponto de referência de projeto, o astigmatismo iguala um eixo geométrico astigmático de uma lente. O eixo geométrico astigmático cruza perpendicularmente com o raio principal e, além disso, o eixo geométrico astigmático é um meridiano principal do poder refrativo. O meridiano principal é, como com o globo ocular, um trajeto de um raio que é de um objeto e alcança o centro de rotação do globo ocular através da lente de óculos. Quando o globo ocular gira de acordo com a lei de Listing, diferente de um sistema óptico coaxial ordinário, a lente de óculos é fixa e uma direção do globo ocular muda relativamente com respeito ao óculos. Nessa ocasião, em um ponto que não o ponto de referência de projeto, o poder refrativo da lente difere ligeiramente do poder refrativo no ponto de referência de projeto, por causa da propriedade da lente. Mesmo nessa ocasião, o poder refrativo do globo ocular é subtraído do poder refrativo da lente. O valor subtraído é a aberração do Sistema de Globo Ocular – Lente.

[0076] Com referência a subtração de aberrações, quando girado ao longo de um eixo geométrico astigmático de uma lente de acordo com a lei de Listing (há duas direções na direção do meridiano principal), uma vez que o eixo geométrico astigmático da lente coincida com um eixo geométrico astigmático de um globo ocular, é suficiente meramente subtrair em cada direção do eixo geométrico. Anteriormente, a aberração neste tempo era chamada uma aberração de lente. Entretanto, se o globo ocular gira em um direção que não a direção do eixo geométrico astigmático da lente, o eixo geométrico astigmático da lente torna-se diferente do eixo geométrico astigmático do globo ocular. Assim, um poder refrativo de uma lente é decomposto na direção do eixo geométrico astigmático do globo ocular, e uma média de quantidades, as quantidades sendo os respectivos poderes

refrativos decompostos, subtraídos dos poderes refrativos nas respectivas direções de eixos geométricos astigmáticos, está começando a se chamar como um erro de poder. Uma vez que este erro de poder é uma média, ele não é relacionado com uma diferença no eixo geométrico astigmático e é equivalente a um erro de poder de um caso em que os eixos geométricos astigmáticos coincidem entre si. Entretanto, um astigmatismo recebe um diferente valor, que é diferente do valor quando os eixos coincidem entre si.

[0077] Aqui, supondo-se que os valores acima descritos, subtraídos dos poderes refrativos, nas direções dos dois eixos geométricos astigmáticos do globo ocular, são uma aberração A e uma aberração B, o erro de poder é uma média da aberração A e da aberração B e o astigmatismo residual é uma diferença entre a aberração A e a aberração B. Quando a lei de Listing não é necessária, isto é, quando o globo ocular gira juntamente com o eixo geométrico astigmático de um óculos, ele não é chamado um astigmatismo residual e é chamado como um astigmatismo, antes. O erro de poder neste caso é chamado como MOE e o astigmatismo é às vezes chamado como OAE.

[0078] Além disso, quando uma diferença de ângulo entre um raio principal de um centro de rotação de um globo ocular para uma superfície traseira de uma lente e um raio principal de uma superfície da frente de uma lente para um objeto é indicado por  $\delta$  e um número Abbe é indicado por  $v$ , então uma aberração croma é expressa por  $100 \times \tan \delta / v$ , então uma aberração croma é expressa por  $100 \times \tan \delta / v$ .

[0079] [1] Método de avaliação de lente de óculos

[0080] Detalhes das primeira à terceira etapas para implementar a avaliação de lente de óculos acima descrita, de acordo com a presente invenção são explicados abaixo.

[0081] (1)Primeira etapa (uma etapa de ajuste de um Sistema de Globo Ocular Binocular – Lente de Óculos – Objeto

[0082] Primeiro, um objeto é descrito em detalhes, a fim de clarificar um detalhe da presente invenção. Um sistema óptico para realizar o cálculo óptico de uma visão binocular da presente invenção, isto é Objeto – Lentes de Óculos Binoculares – Globo Ocular Binocular é descrito. Na presente invenção, o objeto conforma-se com a notação dióptrica, que é uma prática industrial. Portanto, é possível mostrar um objeto de qualquer distância em uma figura. Alternativamente, um objeto de visão próxima é mostrado em uma figura e um objeto de visão distante pode ser um objeto de uma distância infinita.

[0083] Um objeto preferível como um objeto usado para o método de avaliação de lente de óculos da presente invenção é mostrado na Fig. 1. A explanação abaixo é uma explanação baseada em uma linha de fixação em um lado de uma imagem e, uma vez que tudo é o mesmo exceto para um diagrama explanatório, uma explanação baseada em uma linha de fixação em um lado de um objeto é omitida. Como mostrado na Fig.1, primeiramente um centro de rotação de um globo ocular direito 1R e um centro de rotação de um globo ocular esquerdo 1L são ajustados. Na Fig. 1, um arranjo em uma superfície horizontal 20, que inclui tanto os centros de rotação dos globos oculares 1L e 1R, é mostrado. Na Fig. 1, um ponto médio de ambos os centros de rotações dos globos oculares 1L e 1R é estabelecido em uma origem 1 em um sistema de coordenadas em um Sistema de Globo Ocular Binocular – Lentes de Óculos – Objeto. Em seguida, um objeto 4 é definido em uma superfície esférica objeto 5, que é um hemisfério do olho dianteiro centrado pela origem 1 com um raio definido por uma distância da origem 1 em um ponto de fixação 3. Os centros de rotação de ambos os globos oculares 1L e 1R são colocados dentro de um plano frontal. Quando um objeto 4 é colocado no infinito, ele é considerado como um limite onde um raio de uma superfície esférica de objeto 5 é ampliado. Além disso, um local do objeto 4 é definido usando-se um ângulo de uma linha intermediária 6, a linha intermediária 6

passando através da origem 1, como uma variável, em vez de um ângulo de visão em um lado de uma imagem estendendo-se dos centros de rotação de ambos os globos oculares 1L e 1R para as lentes de óculos, ou um ângulo de visão em um lado do objeto estendendo-se das lentes de óculos para o objeto, como com um sistema óptico convencional. Isto é, uma posição arbitrária do objeto 4 é definida como uma função de um ângulo, o ângulo sendo baseado na linha intermediária 6 da origem 1 do sistema. Este ângulo  $\theta$  é definido ser uma direção de uma visão binocular. Além disso, como um exemplo explicado na Fig. 24, a direção da visão binocular  $\theta$  pode ser dividida em uma direção horizontal e uma direção vertical. Adicionalmente, uma linha reta conectando os centros de rotação de ambos os globos oculares é um segmento de linha entre os globos oculares 2.

[0084] Em seguida, as posições das lentes de óculos são explicadas. As lentes de óculos são colocadas entre um ponto de fixação de um valor de prescrição para um ponto distante e os respectivos centros de rotação dos globos oculares 1L e 1R naquela ocasião. As lentes de óculos têm valores de prescrição em pontos de referência de projeto de lente e elas têm inclinações arbitrárias com respeito a uma superfície horizontal e um plano frontal (um ângulo de inclinação frontal, um ângulo de elevação) e excentricidades (uma excentricidade em uma direção vertical, uma excentricidade em uma direção horizontal). Uma distância de um ápice traseiro de uma lente até o centro de rotação do globo ocular é usualmente de 27 mm, ou 24 – 36 mm como descrito nas linhas 4-5 da base da coluna direita de página 2 do Pedido Examinado Publicado Japonês No. 42-9416B. É melhor projetar como um elemento separado para um caso em que a distância é maior do que ou igual a  $27 \pm 1$  mm.

[0085] Em seguida, com respeito a um movimento de globo ocular, é admitido que um único olho obedece a lei de Listing e os olhos binoculares obedecem a lei de Hering de inervações iguais. Os centros de rotação dos

globos oculares 1L e 1R movem-se quando os globos oculares giram para cima e para baixo ou para a direita e esquerda, de modo que as distâncias dos centros de rotação aos ápices dos cantos variam. Isto é, quando os globos oculares esquerdo e direito vêm um ponto próximo, eles convergem por causa de uma relação de acomodação-convergência, entretanto, sabe-se que os centros de rotação 1L e 1R movem-se naquela ocasião. Para conveniência de explanação, é explicado com um sistema em que os centros de rotação dos globos oculares 1L e 1R são fixos, na presente invenção.

[0086] (2) Segunda etapa (uma etapa de calcular uma aberração de referência)

[0087] Na segunda etapa, a fim de tornar os pontos de referência de projeto de um par de óculos de um Objeto de Sistema de Globo Ocular Binocular – Lentes – de ambos os olhos como referências de cálculo de aberrações como descrito abaixo, os formatos de lente são estabelecidos de modo que elas provejam predeterminados valores de prescrição nos pontos de referência do projeto. Em uma lente progressiva, os pontos de referência do projeto são usualmente separados em diferentes posições de lente, tais como um ponto de medição de poder de visão distante, um ponto de medição de poder de visão próxima e um ponto de medição de prisma. Além disso, para uma lente de monofocal, que é uma lente de visão próxima ao mesmo tempo, em princípio, várias quantidades para cálculos ópticos são calculadas ao longo de um raio principal estendendo-se do ponto de fixação sobre o objeto ao centro de rotação e passando através do ponto de medição de poder de visão próxima. Por outro lado, há um caso em que é prescrito definindo-se uma visão próxima PD simplesmente subtraindo-se 2 mm de uma distância pupilar (chamada como PD) e a colocando como um ponto de visão.

[0088] Em qualquer caso, os formatos de lente são formados de modo que os valores prescritos são providos nos pontos de referência do projeto. Os formatos de lente são formados quando os valores prescritos convergem em

um processo de cálculo de otimização. Adicionalmente, para casos de avaliações em que um par de lentes de óculos, que são lentes de finalidade geral, são desgastadas, há alguns casos em que as lentes de óculos e linhas de visão passando através dos pontos de referência de projeto não são perpendiculares. Nestes casos, ocorrem ligeiras aberrações nos pontos de referência do projeto por causa das inclinações, porém os valores de prescrição são obtidos em um sentido de aproximação.

[0089] Aqui, os valores de prescrição são um poder dióptrico esférico, poder de astigmatismo, eixo geométrico de astigmatismo, um prisma, um eixo geométrico de prisma e um poder adicional. Uma vez que uma aberração é definida ser uma diferença de uma referência, estes valores de prescrição tornam-se referências. A Fig. 2 mostra um estado em que ambos os globos oculares 10L e 10R são vistos por cima. Na Fig. 2, as partes correspondendo à Fig. 1 são providas com os mesmos numerais de referência e explicações sobrepostas são omitidas. As linhas de fixação 13L0 e 13R0, que passam através dos respectivos pontos de referência de uma lente de óculos esquerda 11L e uma lente de óculos direita 11R de um olho esquerdo 10L e um olho direito 10R, rp, são refratadas pelas lentes de óculos 11L e 11R, tornam-se direções de olho 13L0' e 13R0' e intersectam entre si sobre um objeto 12 em uma plano mediano 7 sobre a superfície esférica de objeto 5. Isto é, é configurado de modo que o objeto 12 (um objeto disposto em uma posição onde as linhas de fixação 13R0 e 13L0, dos centros de rotação dos globos oculares 1L e 1R dos olhos esquerdo e direito 10L e 10R e passando através dos pontos de referência do projeto 11PL e 11PR, intersectam na superfície esférica de objeto 5, após passar através das lentes, pelo uso de um método de rastreio de raio normal) é disposto sobre o plano intermediário 7. Mesmo se não for disposto no plano intermediário 7, ele é obtido enquanto convergindo durante um processo de cálculo de otimização. Aqui, a razão por que o objeto 4 da Fig. 1 e o objeto 12 da Fig. 2 recebem os diferentes numerais de

referência é que, em geral, os pontos de referência do projeto 11PL e 11PR das lentes de óculos 11L e 11R não estão na superfície horizontal 20.

[0090] Aqui, a fim de definir um ângulo de convergência, pro conveniência de uma explanação posterior, um componente de projeção em uma direção perpendicular ao plano mediano de uma linha mediana das linhas de fixação 13L0 e 13R0 dos olhos esquerdo e direito 10L e 10R é definido como sendo “um componente paralelo de superfície”, e um componente em uma direção paralela ao plano mediano é definido como sendo “um componente perpendicular de superfície”. Aqui, “a linha mediana” da presente invenção é dita ser uma linha passando através de um ponto médio (a origem) dos centros de rotação dos globos oculares esquerdo e direito, no lado da imagem, passando através do ponto de referência do lado do objeto e tendo uma média de co-senos de direção das linhas esquerda e direita de fixação, quando a linha é expressa em termos de um co-seno de direção. Os componentes de ângulos paralelos de superfície, entre as linhas esquerda e direita das fixações 13L0, 13R0 e as linhas medianas das linhas das fixações 13L0, 13R0 são definidos como sendo  $\theta_{HLO}$  e  $\theta_{HRO}$ , respectivamente. Além disso, os componentes de ângulos perpendiculares de superfície entre as linhas esquerda e direita das fixações 13L0, 13R0 e as linhas medianas das linha das fixações 13L0 e 13R0 são definidos como sendo  $\theta_{VLO}$  e  $\theta_{VRO}$ , respectivamente. Adicionalmente, um ângulo de convergência na direção paralela à superfície é definido ser a soma de  $\theta_{HRO}$  e  $\theta_{HLO}$ . Os sinais de  $\theta_{CHO}$ ,  $\theta_{HRO}$  e  $\theta_{HLO}$  são arbitrários, contanto que eles tenham consistência, porém na presente invenção, quando os globos oculares estão em um estado convergente, todos eles são valores positivos. Positivo e negativo são inversos, quando os globos oculares estão em um estado divergido. Similarmente, o componente perpendicular à superfície é indicado por  $\theta_{CVO}$  e é definido ser a soma de  $\theta_{VRO}$  e  $\theta_{VLO}$ . Usualmente, os centros de rotação dos globos oculares esquerdo e direito estão quase na mesma superfície

horizontal, porém há alguns casos em que há ligeiros desvios. Portanto, como com a direção horizontal de superfície,  $\theta_{CVO}$  é colocado em um valor positivo durante um estado convergente e é colocado em um valor negativo durante um estado divergente. Representando com fórmulas, o componente horizontal de superfície  $\theta_{CHO}$  e o componente perpendicular de superfície  $\theta_{CVO}$  do ângulo de convergência que é para ser uma referência (um valor de referência do ângulo de convergência) torna-se como segue:

$$\theta_{CHO} = \theta_{HRO} + \theta_{HLO}$$

$$\theta_{CVO} = \theta_{CRO} + \theta_{VLO}$$

em geral,  $\theta_{CVO}$  é 0 e o formato da lente e o ponto de referência são estabelecidos de modo que se tornem 0.

[0091] A Fig. 3 é uma figura que mostra que os ângulos de visão  $\theta_{HLO}$  e  $\theta_{HRO}$ , definidos no lado da imagem da Fig. 2, são estabelecidos como ângulos de visão  $\theta_{HLO}'$  e  $\theta_{HRO}'$  pelas linhas de fixação 13L0' e 13R0' no lado do objeto. A Fig. 4 e Fig. 5 são figuras vendo a Fig. 2 e Fig. 3 pelo lado, respectivamente. Pode ser visto que a linha mediana 13RL0 das linhas de fixação 13L0 e 13R0 no lado da imagem e a linha mediana 13RL0' das linhas das fixações 13L0' e 13R0' no lado do objeto passam através da origem 1 e inclinam-se da linha média 6, que se estende para o objeto 12. Adicionalmente, como com a definição no lado da imagem, o seguinte é obtido no lado do objeto:

$$\theta_{CHO}' = \theta_{HRO}' + \theta_{HLO}'$$

$$\theta_{CVO}' = \theta_{VRO}' + \theta_{VLO}'$$

[0092] (3) Terceira etapa (um processo de cálculo de aberração em um ponto de avaliação de objeto arbitrário)

[0093] As definições dos cálculos ópticos etc. do sistema binocular explicado na segunda etapa são ainda descritas em detalhe e uma avaliação óptica é realizada em um ponto de avaliação de lente arbitrário. Uma configuração esquemática de um sistema binocular em uma direção binocular

arbitrária é mostrada na Fig. 6. Detalhes do cálculo óptico são explicados com referência à Fig. 6. Uma posição arbitrária de um objeto em uma direção binocular arbitrária da origem 1 do sistema binocular é estabelecida em um ponto de avaliação 22. Entre as linhas de fixações partindo dos centros de rotação dos olhos esquerdo e direito 1L e 1R, passando através dos pontos de avaliação 11NL e 11NR da lente de óculos esquerda e direita 11L e 11R, refratando e passando através do ponto de avaliação 22, pelo uso do método de rastreio de raio, as linhas de extensão no lado da imagem das linhas de fixações são estabelecidas em 13L e 13R. Aqui, no exemplo mostrado na figura, o caso é mostrado em que o ponto de interseção 22' das linhas de fixações 13L e 13R são dispostos fora da esfera do objeto 5. Mesmo se a interseção das linhas de fixações 13L' e 13R' não for capaz de passar através do ponto de avaliação 22 com uma única tentativa, os raios ópticos que convergem no ponto de avaliação 22 podem ser calculados com uma precisão necessária mudando-se os ângulos dos raios emitidos pelos centros de rotação dos globos oculares 1L e 1R.

[0094] Aqui, como um componente horizontal de superfície de um ângulo de convergência  $\theta_{CH}$  no ponto de avaliação 22 é definido como abaixo:

$$\theta_{CH} = \theta_{HR} + \theta_{HL}$$

[0095] Similarmente, um componente vertical de superfície do ângulo de convergência  $\theta_{CV}$  no ponto 22 pode ser definido como abaixo:

$$\theta_{CV} = \theta_{VR} + \theta_{VL}.$$

[0096] Aqui, os componentes paralelos de superfície dos ângulos desviados pela linha mediana 26 das linhas de fixações 13L e 13R e as linhas de fixações 13L e 13R, que incluem a linha média 26 das linhas de fixações 13L e 13R e que são paralelos a uma superfície perpendicular à superfície mediana, são estabelecidos em  $\theta_{HL}$  e  $\theta_{HR}$  e, similarmente, na direção vertical, os componentes perpendiculares de superfície, que incluem a linha mediana 26 e que são paralelos a uma superfície paralela à superfície mediana, são

estabelecidos em  $\theta_{VL}$  e  $\theta_{VR}$ .

[0097] Isto é, um componente paralelo de superfície e um componente perpendicular de superfície de uma aberração de convergência no ponto de avaliação 22 são representados como segue:

(componente perpendicular de superfície da aberração de convergência):  $\theta_{CH} - \theta_{CH}$

(componente perpendicular de superfície da aberração de convergência):  $\theta_{CV} - \theta_{CV}$

[0098] A Fig. 7 é um diagrama mostrando ângulos de convergência  $\theta_{HL}'$ , quando eles são definidos com as linhas de fixações 13L' e 13R' no lado da imagem. Neste caso, os componentes paralelos de superfície dos ângulos beliscados pela linha mediana 27 das linhas de fixações 13L' e 13R' e das linhas de fixações 13L' e 13R', que incluem a linha mediana 27 das linhas de fixações 13L' e 13R', e que são paralelos a uma superfície perpendicular à superfície mediana, são estabelecidos em  $\theta_{HL}'$  e  $\theta_{HR}'$  e, similarmente, na direção vertical, componentes perpendiculares de superfície, que incluem a linha mediana acima descrita 27 e que são paralelos a uma superfície paralela à superfície mediana são estabelecidos em  $\theta_{VL}'$  e  $\theta_{VR}'$ . Nesta ocasião, como com as definições acima descritas no lado da imagem, um componente paralelo de superfície e um componente perpendicular de superfície de uma aberração de convergência definida no lado do objeto no ponto de avaliação 22 são baseados em:

$$\theta_{CH}' = \theta_{HR}' + \theta_{HL}'$$

$$\theta_{CV}' = \theta_{CV}' + \theta_{VL}'.$$

representados como segue:

(o componente paralelo de superfície da aberração de convergência):  $\theta_{CH}' - \theta_{CH}'$

(o componente perpendicular de superfície da aberração de convergência):  $\theta_{CV}' - \theta_{CV}'$

[0099] As diferenças dos valores ópticos ao longo das linhas de fixações 13L e 13R mostradas na Fig. 6, com referência aos valores ópticos ao longo das linhas de fixações 13L0 e 13R0 explicados na Fig. 2, são aberrações. Isto é, o poder dióptrico esférico, o grau de astigmatismo, os eixos geométricos de astigmatismo e o ângulo de convergência, que são calculados na segunda etapa, são estabelecidos como referências e na terceira etapa um erro de poder e um astigmatismo residual são calculados de diferenças do poder dióptrico esférico, do grau de astigmatismo e dos eixos geométricos de astigmatismo. Com respeito ao ângulo de convergência, a aberração de convergência é obtida com base na definição acima descrita. Definindo novamente em detalhe, uma aberração de convergência é uma diferença no ângulo de convergência, quando estabelecendo uma quantidade óptica ao longo do raio principal, o raio principal estendendo-se de um objeto até um centro de rotação de um globo ocular e passando através de um ponto de referência de projeto, através de um pontos de referência do projeto, como uma referência.

[00100] A aberração de convergência definida na presente invenção é diferente de uma diferença de imagem retinal binocular ordinária. Especificamente, uma aberração de convergência é diferente de uma diferença de imagem retinal binocular ordinária em um ponto que é uma aberração em um ângulo de convergência em um estado em que óculos de correção esquerdo e direito são usados, em um ponto que é uma aberração quando um objeto definido em uma direção binocular (o ponto de avaliação arbitrário 22 na superfície esférica de objeto 5, incluindo a superfície mediana) é visto, e em um ponto que é definido, não com pontos nodais, porém com as linhas de fixação passando através dos centros de rotações dos globos oculares. Além disso, é diferente da diferença de imagem retinal binocular, em um ponto em que há movimentos dos globos oculares. Aqui, a definição da diferença de imagem retinal binocular é baseada nas páginas 283-287 do documento de

não-patente 10.

[00101] Além disso, a aberração de convergência definida na presente invenção é ainda diferente de um ângulo de convergência, que aparece em psicologia. Com referência ao “ângulo de convergência” definido em psicologia, há uma descrição, PESSOAL, em “Convergence Movement and Binocular Stereopsis” (Optical Review, Vol. 23, No. 1 (Janeiro 1994), pág. 17 – 22). Nesta descrição, está escrito que “um ângulo entre um ponto de fixação (um ponto de interseção dos eixos geométricos visuais) e um ponto de rotação de cada um dos olhos (os centros de rotações)”. Diferenças entre uma aberração de convergência e um ângulo de convergência situam-se em um ponto que é uma aberração de um ângulo de convergência em um estado em que lentes de correção esquerda e direita são desgastadas, em um ponto que é uma aberração quando um objeto, que é definido em uma direção de visão binocular, é visto, e em um ponto que um ângulo entre as linhas de fixações passando através dos pontos de referência esquerdo e direito de um óculos é estabelecido em um valor de referência para obter uma diferença em aberrações. Pode ser visto que o valor é completamente diferente da aberração de convergência da presente invenção, que é definida pelos ângulos de visão das linhas de fixação que passam através de um óculos e alcançam o ponto de avaliação.

[00102] (4)Diferenças de um exemplo convencional

[00103] Aqui, diferenças entre a aberração de convergência e uma diferença em uma direção horizontal ou uma diferença em uma direção vertical, descritas no documento de patente 1, são consideradas novamente. Os seguintes 5 pontos são considerados como as diferenças da aberração de convergência:

a. A definição é baseada em uma vergência (movimento binocular contralateral) da lei de Hering de inervações iguais, que é uma lei de movimento de uma visão binocular, isto é, a definição é baseada em um

conhecimento fisiológico derivado de um movimento de convergência.

b. É possível utilizar-se um objeto arbitrário definido por uma direção de visão binocular.

c. Avaliações baseadas em uma mesma base pode ser feita através do inteiro campo de visão, uma vez que há uma base para avaliações.

d. Pelas invenções do componente paralelo de superfície e do componente perpendicular de superfície é fisiologicamente uma definição apropriada quando ela é dividida em componentes e quando é deslocada de uma superfície horizontal.

e. Uma posição de um objeto não é definida em uma superfície, porém é definida estereoscopicamente.

[00104] Aqui, uma diferença na direção horizontal e uma diferença na direção vertical descritas no documento de patente 1 são analisadas em detalhe. O componente horizontal da “Fig. 2” do documento de patente 1 é mostrado na Fig. 8. Uma vez que a direção vertical é similar, somente uma diferença de posição  $\Delta P_H$  na direção horizontal descrita na página 5, linha 35 do documento de patente 1 é explicada abaixo. Como mostrado na Fig. 8, uma distância entre os centros de rotações de ambos os globos oculares é estabelecida em PD e uma distância dos centros de rotações de ambos os globos oculares até a superfície 59, incluindo um ponto P, é estabelecida ser L. Além disso, não é mostrado nas figuras do documento de patente 1, porém um ponto divisor igual dos centros de rotações de ambos os globos oculares, que também é um ponto sobre a superfície de objeto 59, é estabelecido em um ponto q. O ponto q é definido ser um ponto de interseção onde as linhas de fixações Lr, L1 dos centros de rotações de ambos os globos oculares em uma direção de frente e a superfície 59 cruzam-se. Ângulos de visualização das linhas de fixações Lr e L1 são estabelecidos em  $\alpha_R$  e  $\alpha_L$ , e os ângulos de visualização das linhas de fixações 54 e 55, das linhas de fixações Lr e L1, são estabelecidos em  $\Delta\alpha_R$  e  $\Delta\alpha_L$ , respectivamente.

[00105] Em seguida, a diferença de posição  $\Delta P_H$  na direção horizontal é expressa como segue:

$$\Delta P_H = L \times \tan(\alpha_R + \Delta\alpha_R) - L \times \tan(\alpha_L + \Delta\alpha_L) - PD$$

[00106] Além disso, uma distância entre os centros de rotações de ambos os globos oculares PD tem a seguinte relação, quando se usando  $(\alpha_R)$ ,  $(\alpha_L)$  e L:

$$PD = L \times \tan(\alpha_R) - L \times \tan(\alpha_L)$$

[00107] A diferença na direção horizontal é descrita como dividindo-se a diferença posicional na direção horizontal por uma distância objeto L. Assim, a seguinte fórmula é estabelecida:

$$\text{A diferença na direção horizontal} = \tan(\alpha_R + \Delta\alpha_R) - \tan(\alpha_L + \Delta\alpha_L) - PD / L$$

substituindo-se PD, é obtido o seguinte:

$$\text{A diferença na direção horizontal} = \tan(\alpha_R + \Delta\alpha_R) - \tan(\alpha_L + \Delta\alpha_L) - (\tan(\alpha_R) - \tan(\alpha_L))$$

[00108] Aqui, somente quando  $\Delta\alpha_R$  e  $\Delta\alpha_L$  são suficientemente pequenos em uma parte central do campo de visão, a seguinte fórmula de aproximação é estabelecida:

$$\text{A diferença na direção horizontal} = \Delta\alpha_R - \Delta\alpha_L$$

[00109] Portanto, “a diferença na direção horizontal” no documento de patente 1 representa, em uma área estreita muito limitada da parte central do campo de visão, uma diferença em um ângulo de convergência quando o ponto P da mesma superfície 59 é visto, enquanto fazendo o ângulo entre as linhas de fixações Lr e Ll como uma referência. Entretanto, isto torna-se uma quantidade que não tem relação com o aberração de convergência em uma área que não a parte central em que  $\Delta\alpha_R$  e  $\Delta\alpha_L$  são grandes e este torna-se um valor que não tem base em fisiologia.

[00110] Se a diferença na direção horizontal, que não tem base fisiológica, for usada como é como uma função de avaliação, pode ser

entendido que há os seguintes problemas para uma avaliação de um desempenho de um par de óculos.

[00111] 1. O ponto P e o ponto q devem ser na mesma superfície de objeto 59 como com a explanação da figura de Zeiss. Portanto, exceto para uma superfície para a qual a superfície objeto é paralela com o plano frontal, para a diferença na direção horizontal, o ponto de referência muda para cada uma das distâncias ao objeto e não pode ser um método de avaliação para um todo da lente. Isto é, não tem uma propriedade como uma aberração.

[00112] 2. Quando o objeto é a mesma superfície objeto 59, como com a patente de Zeiss, torna-se uma única base e tem uma propriedade como uma aberração. Entretanto, quando  $(\alpha_R)$ ,  $(\alpha_L)$ ,  $(\Delta\alpha_R)$  e  $(\Delta\alpha_L)$  tornam-se grandes, uma vez que a tangente tem uma não-linearidade com respeito a um ângulo, não se iguala ao ângulo de convergência que é representado pela diferença dos ângulos  $\Delta\alpha_R - \Delta\alpha_L$ . Portanto, a diferença na direção horizontal não tem uma base fisiológica em uma periferia do campo visual.

[00113] 3. Similarmente, quando as linhas de fixações 54 e 55 mudam da superfície horizontal, torna-se diferente do ângulo de convergência original.

[00114] De acordo com a definição acima explicada do documento de patente 1, não pode ser uma única definição uniforme para o todo da superfície objeto e torna-se uma função de avaliação não tendo base fisiológica em torno da periferia do campo visual. É impróprio avaliar uma visão binocular usando-se uma definição não clara ], que não tem qualquer base.

[00115] (5) Explanação da diferença de uma linha de fixação real

[00116] Em seguida, diferenças entre uma linha de fixação de acordo com o método de rastreamento de raio da presente invenção e uma linha de fixação real são explicadas em detalhes. Com respeito à direção paralela de superfície, há uma relação de correspondência arbitrária dentro dos limites de

divergência e limites de convergência dos globos oculares. Portanto, é possível que, na direção paralela de superfície das linhas de fixações 13L0' e 13R0' da Fig. 6, elas sempre passem através do ponto de avaliação 22. Aqui, é explicado de acordo com o documento de não-patente 8. Quando se estabelecendo um movimento binocular ipsilateral para  $\theta$ , um movimento binocular contralateral para  $\mu$ , um momento do olho direito para  $M_R$ , um momento do olho esquerdo para  $M_L$ , a lei de Hering de inervações iguais pode ser expressa pelas seguintes fórmulas:

$$\theta + \mu/2 = M_R$$

$$\theta - \mu/2 = M_L$$

[00117] Em seguida, dentro dos limites de divergência e dos limites de convergência dos globos oculares,  $M_R$  e  $M_L$  arbitrários podem ser expressos em termos de  $\theta$  e  $\mu$ . Isto é, movendo-se arbitrariamente os globos oculares esquerdo e direito através do movimento binocular ipsilateral e do movimento binocular contralateral, na direção paralela da superfície, é possível passar através do ponto de avaliação 22.

[00118] Entretanto, na direção perpendicular da superfície, realmente, os globos oculares esquerdo e direito não podem girar independentemente. Portanto, parece que os globos oculares não podem girar de acordo com o método de cálculo das linhas de fixações de acordo com a presente invenção, num relance. Entretanto, uma fusão de motor pode tornar-se mais próxima de uma fusão vertical através de um movimento e é possível através de um sentido na direção perpendicular de superfície na área de Panum. Uma fusão na direção vertical da superfície tem um valor limiar, porém é possível se for involuntária. Portanto, pelas linhas de fixação através do método de rastreamento de raio, uma aberração de convergência na direção perpendicular da superfície, não contradiz com as linhas reais de fixações. Entretanto, se a vergência fusional vertical, que é maior do que ou igual ao valor limiar, tornar-se o componente perpendicular de superfície, então, naturalmente, ela

não pode ser realizada. O método de cálculo pelas linhas de fixações com o método de rastreio de raio da presente invenção é um meio para determinar se um movimento rotacional de um globo ocular é possível ou não.

[00119] Nesta forma de realização, o erro de poder acima, o astigmatismo residual e a aberração de convergência são calculados como aberrações pertencentes ao ponto de avaliação (usualmente cada passo de 1-10 graus na direção da visão binocular em toda a superfície da lente, e há alguns casos em que as linhas de fixação existem somente uma na direção esquerda e na direção direita, porém os pontos são também pontos de referência) do objeto na direção da visão binocular no Sistema de Globos Oculares – Lentes de Óculos – Objeto. Pela aberração de convergência calculada, a avaliação é realizada da seguinte maneira. Especificamente, os valores limiares para possibilitar uma fusão sensorial e uma fusão motora são providos, respectivamente, e a avaliação é realizada com base em se está dentro da faixa ou não.

[00120] Aqui, uma explanação é adicionada com respeito a uma função binocular incluindo uma fusão que é focalizada na presente invenção. As funções binoculares são grandemente categorizadas em uma visão simultânea, uma fusão e uma visão estereoscópica. Por exemplo, há explicações detalhadas por todo o documento de não-patente 3. No documento de não-patente 3, é categorizado em uma estrutura de modo que a fusão é possibilitada quando visão simultânea é possibilitada, e a visão estereoscópica é possibilitada quando a fusão é possibilitada. Na presente invenção, a fusão é focalizada e explicações de outras funções são omitidas. Entretanto, é explicitamente citado que sem a fusão, a visão estereoscópica, que é a função mais elevada da visão binocular, não é realizada. A fusão é uma função visual que integra pedaços de informação visual separadamente introduzidos nos respectivos olhos em um. É a fusão sensorial que integra objetos em um, sem mover os globos oculares. Uma convergência, um movimento de divergência

e uma vergência fusional vertical para obter a fusão sensorial são chamadas fusões motoras. É descrito, por exemplo, no documento de não-patente 4 (David M. Hoffman et al. “Conflitos de acomodação de vergência impedem o desempenho visual e provocam fadiga visual”, journal of vision, Vol. 8, No. 3, 33 (2008)) que as fusões são divididas em fusões motoras e fusões sensoriais.

[00121] Na Fig. 2 na página 4 do documento de não-patente 4, os diagramas de ligação convergência – acomodação são separados em dois grupos de sensoriais e de motivo e eles são mostrados. Estes são mostrados na Fig. 18A e Fig. 18B. A Fig. 18A mostra as fusões sensoriais, o eixo geométrico horizontal é uma distância de estímulo que mostra o tamanho de um estímulo (unidade: dioptria D) e o eixo geométrico vertical é uma distância focal (D). A Fig. 18B mostra as fusões motoras, o eixo geométrico horizontal é uma distância de convergência (D) e o eixo geométrico vertical é uma distância focal (m). Com referência à Fig. 18A, pode ser entendido que nas fusões sensoriais, a área fusional de Panum P e a profundidade focal são ligadas. Com referência à Fig. 18B, pode ser entendido que nas fusões motoras a convergência relativa e a acomodação relativa são ligadas. Comparando-se a Fig. 18A e Fig. 18B, pode ser entendido que as fusões motoras são diversas vezes maiores do que as fusões sensoriais.

[00122] Além disso, um método de medição e um valor padrão referentes à fusão motora são descritos, por exemplo, no documento de não-patente 5 (Escrito por Yukio Izumi, Toshinari Kazami, “Examination of Binocular Function”, Versão Revisada, Waseda Optometry College (1985) p. 5).

[00123] Um método de expressar uma aberração de convergência é explicado. Ajustando-se um ângulo metro em MA, um minuto de ar para  $\theta$ , uma dioptria de prisma para P e uma distância pupilar para PD (unidade: mm), as seguintes expressões mostradas nas Expressão 1 – Expressão 3 são

satisfeitas. Aqui,  $a$  é um valor derivado de PD e MA.

[Expressão 1]

$$a = \frac{PD \times MA}{2000}$$

[Expressão 2]

$$\sin\left(\frac{\pi}{180} \times \frac{1}{60} \times \frac{\theta}{2}\right) = a$$

[Expressão 3]

$$P = 100 \times \frac{2 \times a}{\sqrt{1 - a^2}}$$

[00124] Exemplos de referência de computações numéricas são mostrados na Fig. 19A e Fig. 19B. Na Fig. 19A, uma distância pupilar é PD = 0,06 m e, na Fig. 19B, PD = 0,065 m. Em cada um dos exemplos numéricos Fig. 19A e Fig. 19b, como parâmetros, uma distância (cm), um ângulo metro MA, um minute de arco (arc min),  $\Delta$  (dioptria) são listados.

[00125] Em seguida, são adicionadas explicações referentes à fusão sensorial e à fusão motora. A fusão sensorial é uma fusão em que não há movimento do globo ocular e a fusão motora é uma fusão com movimentos do globo ocular. Estes são diferentes entre si. A fusão sensorial é explicada de acordo com p.131-132 do documento de não-patente 6 (Editado por Keiji Uchikawa, Satoshi Shiori, "Vision II" Asakura Publishing Co., Ltd. (2007), p. 131-132). No documento de não-patente 6, é descrito o seguinte: "A fim de que duas imagens retiniais, tendo disparidades binoculares, sejam percebidas como uma, é necessário que os tamanhos das disparidades estejam dentro de uma certa faixa. Esta área é chamada a área fusional de Panum (ou área de fusão de imagem), uma vez que Panum, pela primeira vez, mediu esta área através de experimentos sistemáticos. A área fusional depende de uma condição de estimulação (tal como uma frequência espaço-temporal, uma posição de uma retina, existência ou não-existência de um estímulo periférico, um método de medição ou um critério de determinação) e varia grandemente,

de alguns minutos a alguns graus. Portanto, não pode ser representada por um resultado específico de um experimento”.

[00126] Aqui, uma disparidade binocular é uma diferença entre linhas de visões beslicando pontos nodais dos globos oculares esquerdo e direito e um ponto de fixação. Para um caso simplificado, um ponto nodal e um centro de rotação podem não ser distinguidos, mas vez que a diferença entre o ponto nodal e o centro de rotação é muito pequena em comparação com uma distância no mundo externo. Embora seja um experimento específico, porém com respeito à faixa da fusão sensorial, foi medido que ele depende de uma frequência espacial, isto é, depende de um formato ou tamanho de um objeto visual. A maneira como depende é descrita, por exemplo, em documento de não-patente 7 (Schor, C. Wood, I. Ogawa J. “Binocular sensory fusion é limited by spacial resolution”, *Vision Research*, 24(7), (1984), p. 661-665). A Fig. 20 mostra a figura na página 584 do documento de não-patente 7. Esta figura é largamente usada e é descrita na página 316 do documento de não-patente 3. Na Fig. 20, o eixo geométrico horizontal mostra uma frequência especial (isto é, um inverso de uma largura de um padrão) e o eixo geométrico vertical mostra a área fusional de Panum. A Figura 20 compara um resultado para o qual um objeto é um padrão retangular e um resultado para o qual um objeto é um padrão de pontos-aleatórios.

[00127] Como mostrado na Fig. 20, em um estado em que um visão é forte e a frequência espacial é elevada, a área fusional é rl estreita e quase constante. Além disso, a área fusional difere na direção horizontal e na direção vertical e existe uma anisotropia espacial. Onde a frequência espacial é elevada, isto é, vendo em uma fóvea central, a área fusional na direção vertical é menor do que ou igual à área fusional na direção horizontal. Sabe-se que a área fusional de Panum difere, dependendo de um estado de apresentação do objeto. É largamente sabido que, por exemplo, a área fusional de Panum é mais larga para u padrão retangular que aparece na vida diária do

que para um padrão pontilhado.

[00128] Quanto a uma explanação de uma faixa de disparidade na direção horizontal, uma relação entre uma disparidade retinal horizontal e uma profundidade perceptual é mostrada na Fig. 21 (pág. 86 do documento de não-patente 6). Na Fig. 21, o eixo geométrico horizontal mostra uma disparidade retinal binocular que é uma diferença entre as disparidades de ambos os olhos na direção horizontal, e o eixo geométrico vertical mostra uma profundidade perceptual com respeito à disparidade retinal binocular. De acordo com a Fig. 21, pode ser entendido que o grau de profundidade aumenta em proporção a um aumento da disparidade retinal binocular, porém após passar através de um limite de fusão, ele não é mais proporcional e, após a profundidade alcançar seu máximo, a profundidade aumenta. Desta maneira, uma vez que o máximo da profundidade e o limite de fusão são valores diferentes, pode ser dito que uma fusão e uma visão estereoscópica são diferentes fenômenos fisiológicos. Há diferenças individuais de valores do máximo da profundidade e do limite de fusão e eles variam dependendo de uma condição, tal como uma frequência espacial ou um tempo de apresentação. Portanto, uma disparidade retinal binocular, correspondendo a uma faixa do limite de fusão para o máximo da profundidade, pode ser aproximadamente tratada como “a área fusional de Panum”.

[00129] Há documentos que descrevem os valores de medição da fusão motora e da fusão sensorial, que não os acima. Compreensivamente julgando pelas descrições destes documentos, a fusão sensorial é uma fração da fusão motora. Aqui, estes resultados são obtidos principalmente de medições psicológicas.

[00130] (6) Explanação de um valor limiar de fusão

[00131] Voltamos para a explanação das etapas para implementar o método de avaliação de lente de óculos, de acordo com a presente invenção, a partir daqui. Na forma de realização, é determinado se a fusão sensorial é

possível ou se a fusão motora é possível, com base no valor da aberração de convergência obtido pela etapa acima descrita. Como índices de um valor limiar da fusão sensorial, a área fusional de Panum e uma profundidade focal de globos oculares podem ser considerados. Entretanto, como já foi descrito, suas medições quantitativas requerem medições precisas e cuidadosas, dependendo de uma condição de estímulo de fusão. Além disso, uma vez que sua natureza é de modo que não podem ser representadas por uma medição específica, elas são estabelecidas sem depender de uma medição. Como um método de ajuste, elas podem ser arbitrariamente selecionadas dos valores medidos conhecidos através da descrição do projetista, enquanto uma condição de uso da lente de óculos é considerada. Especificamente, para a direção horizontal da área fusional de Panum, um meio de um intervalo do limite de fusão da disparidade retinal binocular para o máximo da profundidade é adequado. Para a direção horizontal, julgando pela Fig. 21, uma metade da disparidade retinal binocular é adequada. Além disso, com referência à profundidade focal, o presente pedido poderia não encontrar qualquer valor medido confiável. Ousadamente descrevendo valores numéricos, como valores derivados de uma disparidade retinal horizontal de  $15' - 60'$ , uma largura de dioptria de cerca de  $0,05 - 0,3$  é adequada. Além disso,  $4' - 30'$  são adequados para a disparidade retinal vertical. Isto é, como valor limiar da fusão sensorial, pode ser estabelecida dioptria de  $0,06 - 0,3$  na direção horizontal e dioptria de  $0,016 - 0,15$  na direção vertical.

[00132] Como é óbvio comparando-se o diagrama esquemático 18A da fusão sensorial com o diagrama esquemático 18B da fusão motora, os valores limiares da fusão motora podem ser estabelecidos de duas a diversas vezes o valor limiar da fusão sensorial. Além disso, por exemplo, com base no método de medição do documento de não-patente 5, é possível que uma convergência relativa positiva, uma convergência relativa negativa e a vergência fusional vertical, que são valores medidos conhecidos, sejam

individualmente medidos ou calculados e derivados de acordo com a idade etc., e os resultados derivados são estabelecidos nos valores limiares da fusão motora. Para a fusão motora, por exemplo, quando a aberração de convergência, em uma ocasião em que a linha de fixação se move, está dentro dos valores limiares da convergência relativa positiva, da convergência relativa negativa e da vergência fusional vertical, significa que uma condição de fusão é satisfeita com respeito à convergência. Aqui, uma vez que sua faixa é o limite de fusão, há o risco de fadiga próximo do limiar. Portanto, é preferível que os valores limiares da fusão motora, em que ela pode ser integrada com conforto, são estabelecidos nas zonas de Persival de conforto (dentro de um terço de um centro de uma faixa de uma convergência relativa, a convergência relativa sendo a soma da convergência relativa positiva e da convergência relativa negativa e dentro de 3 dioptrias de prisma para o ângulo de convergência). Além disso, para um caso simplificado, é preferível que elas sejam um terço dos respectivos centros da convergência relativa positiva e da convergência relativa negativa.

[00133] O mesmo pode ser dito para um erro médio de poder. Isto é, quando o erro de poder está dentro de uma faixa de uma acomodação relativa positiva e uma acomodação relativa negativa, que são medidas com o método de medição descrito, tal como no documento de não-patente 5, pode ser determinado que a fusão é possível. As zonas de Persival de conforto são válidas para o erro de poder. Isto é, as faixas de 1/3 são preferíveis. Isto é, quando a aberração de convergência está dentro de um terço da convergência relativa positiva e da convergência relativa negativa e quando o erro médio de poder está dentro de um terço da acomodação relativa positiva e da acomodação relativa negativa, pode ser dito que uma fusão confortável, para a qual a fadiga visual é menos provável ocorrer com respeito a uma visão binocular, é possível.

[00134] [2]Método de projeto e método de fabricação das lentes de

óculos

[00135] Em seguida, são explicadas uma forma de realização de um método de projeto e de um método de fabricação de lentes de óculos, de acordo com a presente invenção. O método de projeto de lentes de óculos de acordo com a forma de realização inclui uma etapa de realizar um cálculo de otimização usando-se a aberração de convergência como um fator de uma função de avaliação.

[00136] Aqui, um projeto de formato de lente através de um cálculo de otimização geral, que é também usado na forma de realização, é resumido. Com respeito a um formato de lente e um objeto, em geral, uma superfície é expressa com uma modelagem de superfície de forma livre geral, tal como NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) ou uma expressão numérica conhecida. Além disso, uma espessura e um arranjo são expressos em termos de coeficientes adequados. Nessa ocasião, o formato de lente e o objeto são definidos pelos coeficientes, que são componentes. Em uma primeira etapa, parâmetros conhecidos são introduzidos dentro de um computador. Os parâmetros conhecidos incluem o objeto, uma relação de arranjo de Objeto – Lente - Globo Ocular, condições limitadas (por exemplo, obtendo-se um valor de prescrição predeterminado em um ponto de referência do projeto, a estrutura não se torna negativa etc.), a função de avaliação para a qual uma aberração da lente é considerada como um fator etc. Em uma etapa seguinte do cálculo de otimização, uma combinação de coeficientes dos componentes de lente, de modo que as funções de avaliação obtidas dos pontos de avaliação do objeto tornem-se menores, enquanto as condições limitadas são satisfeitas, é descoberta. Como uma condição de convergência, os cálculos de convergência são repetidos até o valor mínimo da função de avaliação ou uma combinação dos coeficientes cujas funções de avaliação tornam-se substancialmente menores não podem ser descobertas. Quando a condição de convergência é satisfeita e o cálculo iterativo é terminado, os coeficientes dos

componentes de lente são determinados. As inteiras etapas são chamadas uma determinação de formato de lente ou um projeto de lente. Em tal cálculo de otimização conhecido, o projeto de lente tem uma relação equivalente com um objeto conhecido, uma relação de arranjo, condições de restrição e funções de avaliação. Isto é, quando o objeto, a relação de arranjo, as condições de restrição e as funções de avaliação são determinadas, o projeto de lente é não ambigualmente determinado.

[00137] A Fig. 9 é um fluxograma para explicar o método do projeto de lentes de óculos de acordo com a presente invenção. Quando um processo do projeto é iniciado, primeiramente dados referentes a materiais da lente, dados de formato que são baseados em uma especificação referente uma prescrição, uma espessura central, dados referentes a formatos dos olhos, uma face e uma armação, e dependendo da necessidade, os valores medidos de convergência relativa etc., valores de ajuste de valores de limiar de fusão que são baseados na descrição do projetista, são introduzidos (etapa S0). Detalhes dos dados acima descritos são como seguem.

[00138] a. Dados referentes a materiais da lente:

Especificamente, eles incluem um formato tridimensional da lente de óculos, um índice de refração e um número Abbe, etc.

[00139] b. Dados de formato que são baseados em uma especificação referente a uma prescrição:

Os poderes prescritos, tais como poder S, poder C, um ângulo astigmático, um poder de prisma, um ângulo de prisma, uma distância de visibilidade prescrita.

[00140] c. Espessura central:

É somente introduzida quando a lente é uma lente positiva.

[00141] d. Dados referentes a formatos dos olhos, uma face e uma armação:

Especificamente, eles incluem um ângulo de inclinação frontal

de lente, um ângulo de elevação, PD (uma distância entre as pupilas de ambos os olhos), VR (uma distância entre um centro de rotação de um globo ocular e um ápice traseiro da lente de óculos) etc.

[00142] e. Valores de ajuste dos valores de limiar de fusão:

Os valores limiares da fusão motora e os valores limiares da fusão sensorial, determinados de acordo com uma variação individual ou uma finalidade, são calculados por valores medidos individuais (pr, valores medidos de uma convergência relativa, uma convergência relativa positiva, uma convergência relativa negativa, uma vergência fusional vertical) e são introduzidos. Ou, valores limiares, selecionados por um projetista de acordo com uma finalidade de usuário dos óculos.

[00143] De acordo com o método de projeto das lentes de óculos desta forma de realização, o sistema de coordenadas de acordo com o Sistema de Ambos os Olhos – Lentes de Óculos – Objeto é configurado (etapa S1). Em seguida, neste sistema de coordenadas, as aberrações ópticas são calculadas com base nos dados de entrada acima descritos (etapa S2). Especificamente, os erros médios de poder e os astigmatismos são minimizados usando-se o método de rastreamento de raios conhecido, de modo que os poderes prescritos são obtidos nos pontos de referência do projeto e, ao mesmo tempo, os ângulos de convergência das linhas de fixações passando através dos pontos de referência do projeto, que se tornam aberrações de convergência de referência. Os ângulos de convergência obtidos são estabelecidos serem os valores de aberração de convergência de referência.

[00144] De acordo com o método de projeto de lentes de óculos desta forma de realização, em seguida, em cada um dos pontos de referência das lentes de óculos, similarmente utilizando-se o método de rastreamento de raio, os erros médios de poder e de astigmatismos, bem como as aberrações de convergência, que são valores obtidos subtraindo-se os valores de aberração de convergência de referência, os valores de aberração de convergência de

referência sendo obtidos na etapa S2, dos ângulos de convergências, são calculados (etapa S3).

[00145] De acordo com o método de projeto das lentes de óculos da forma de realização, a seguir, cálculos de otimização, tais como os métodos de quadrados mínimos amortecidos, são realizados de modo que os valores calculados das funções de avaliação, aqui, por exemplo, os valores de aberração de convergência, tornam-se mínimos. Adicionalmente, nesta etapa, é determinado se eles são menores do que ou iguais aos valores limiares acima descritos. Além disso, a determinação nesta etapa pode ser realizada não no total da área de avaliação, porém dentro de uma área predeterminada, incluindo os pontos de referência do projeto, por exemplo, dentro de uma faixa de um raio de 3 – 5 mm. Quando for determinado que os valores das aberrações de convergência não são menores do que nem iguais aos valores limiares nesta etapa S4 (Não na etapa S4), os dados de formato são corrigidos de modo a corrigir as aberrações ópticas (etapa S5). Aqui, por exemplo, parâmetros variáveis de uma superfície refratária são corrigidos. Quando for determinado, na etapa S4, que os valores das aberrações de convergência são menores do que os valores limiares (Sim na etapa S4), subsequentemente, é determinado se as avaliações no total das superfícies de lente estão terminadas (etapa S6).

[00146] Quando for determinado, na etapa S6, que as avaliações não estão terminadas no todo da superfície de lente e os cálculos para outros pontos de referência estão restando (Não na etapa S6), então o processo volta para a etapa S3 e os valores de desempenho óptico em outros pontos das lentes são introduzidos. Quando for determinado que a avaliação em todos os pontos de avaliação predeterminados está terminada (Sim na etapa S6), as avaliações são terminadas e os valores de projeto no todo da superfície de lente são determinados (etapa S7).

[00147] Com as etapas acima, o método de projeto das lentes de óculos

de acordo com a forma de realização é terminado. Aqui, a entrada de informação na etapa S1 não é limitada à informação acima descrita e é possível introduzir outra informação e adicionar a outra informação para os cálculos das funções de avaliação. Além disso, as lentes de óculos são fabricação das através das lentes de processamento, com base nos valores de projeto ópticos determinados. Nesta ocasião, os parâmetros de formato, tais como parâmetros de formato originais do fabricante, ou coeficientes de correção determinados em uma fábrica (equipamento de fabricação) podem ser adicionados.

[00148] E, após isso, processando-se as superfícies traseiras das superfícies das lentes com base nos valores de projeto óptico determinados, as lentes de óculos podem ser produzidas.

[00149] [3] Sistema para fabricar de lente de óculos

[00150] Em seguida, uma forma de realização de um sistema de fabricação de lente de óculos, que realiza o método de fabricação de lente de óculos de acordo com a presente invenção, é explicada. A Fig. 10 é um diagrama esquemático do sistema de fabricação de lente de óculos. Como mostrado na Fig. 10, no sistema 500, no lado de uma loja de óculos 100 há um dispositivo de medição 101, que mede a visão e a convergência relativa, ou a convergência relativa positiva e a convergência relativa negativa de um cliente que encomendou as lentes de óculos e um computador secundário de encomenda 102, que inclui uma função para introduzir várias informações, incluindo os valores medidos com o dispositivo de medição e para processar processos necessários para ordenar as lentes de óculos. Aqui, quando os valores de medição referentes à convergência, tais como a convergência relativa, não são introduzidos, os dados referentes a uma fusão, que dependem da seleção do cliente, podem ser introduzidos. Além disso, dados tais como uma idade ou uma finalidade, para selecionar os valores limiaries da fusão no lado do fabricante de lente, podem ser introduzidos.

[00151] Por outro lado, em um lado receptor de pedido, por exemplo, em um fabricante de lente 200, um computador secundário de fabricação 201, que é conectado a uma linha de comunicação 300, tal como a Internet, é provido, a fim de receber emissão de informação pelo computador secundário de encomendar 102. O computador secundário de fabricação 201 tem a função de realizar processos necessários para receber a encomenda das lentes de óculos e, ao mesmo tempo, tem a função de implementar o método de projeto de lente de óculos, tal como o método explicado na Fig. 9. Isto é, a informação necessária para projetar as lentes de óculos, que foram encomendadas pelo computador secundário de encomenda 102, inclui a convergência relativa e os dados usados para selecionar os valores limiares para a convergência. Em seguida, o computador secundário de fabricação 201 realiza um cálculo de otimização referente à aberração de convergência empregando o Sistema de Globo Ocular – Lente de Óculos – Objeto, que foi estabelecido empregando-se a presente invenção, e determina os valores de projeto óptico e, concomitantemente, emite a informação de fabricação para fabricar as lentes de óculos com base nos valores do projeto óptico de um dispositivo de processamento de lente 202.

[00152] Além disso, a informação introduzida no computador secundário de fabricação 201 não é limitada à informação que foi mostrada na etapa S0 da Fig. 9, como descrito acima, e é possível introduzir outra informação e adicionar a outra informação ao cálculo da função de avaliação. Também as lentes de óculos são produzidas através do processamento das lentes, com base nos valores de projeto óptico determinado e, nesta ocasião, os parâmetros de formato, tais como os parâmetros de formato do próprio fabricante ou os coeficientes de correção determinados na fábrica (equipamento de fabricação), podem ser adicionados.

[00153] A Fig. 11 é um diagrama em bloco funcional para explicar a função do computador secundário de fabricação 201, de acordo com a forma

de realização, o computador secundário de fabricação 201 sendo o núcleo do sistema de fabricação de lente de óculos. Como mostrado na Fig. 11, o computador secundário de fabricação 201 inclui uma unidade de entrada de dados 203 para introduzir vários tipos de dados transmitidos pelo computador secundário de encomenda 102, uma unidade de cálculo de ângulo de convergência e aberração de convergência 204, para calcular os valores de referência do ângulo de convergência ou da aberração de convergência, com base nos dados de entrada, uma unidade de otimização de aberração de convergência 205 para calcular a otimização das funções de avaliação, incluindo as aberrações de convergência como um fator e uma unidade de avaliação de aberração de convergência 206 para comparar os valores das aberrações de convergência com os valores limiares predeterminados. O computador secundário de fabricação 201 inclui ainda uma unidade de correção de dados de projeto 207 para corrigir os dados de projeto, por exemplo, os dados de formato de lente, quando for necessário corrigir o desempenho óptico, como resultado da avaliação na unidade de avaliação de aberração de convergência 206, uma unidade de determinação de valor de projeto óptico 208, para determinar os valores do projeto óptico, quando a avaliação em cada um dos pontos de avaliação é terminada, e uma unidade de saída de dados de projeto 209, para emitir os dados de projeto com base nos valores de projeto óptico para o dispositivo de processamento de lente 202.

[00154] O dispositivo de medição 101 na loja de óculos 100 mostrada na Fig. 10 introduz a visão do cliente que encomendou as lentes de óculos e os valores de medição das convergência relativa etc., bem como informações do cliente, que encomendou os óculos, que pode ser usada para estabelecer os valores limiares da convergência e acrescentar um processo predeterminado no computador secundário de encomenda 102 e transmitir para o fabricante de lente 200, através da linha de comunicação 300. O computador 201 (computador secundário de fabricação) do fabricante de lente 200 introduz

dados de formato, que são baseados em dados referentes a materiais da lente ou numa especificação, e dados referentes aos olhos, a face, e ao formato da armação, que foram recebidos na unidade de entrada de dados 203 e, ao mesmo tempo, introduz dados, tais como dados necessários para estabelecer os valores limiares da convergência.

[00155] Em seguida, a unidade de cálculo de ângulo de convergência e de aberração de convergência 204 calcula as aberrações de convergência dos valores de aberração de convergência de referência e os ângulos de convergência nos pontos de avaliação, com base nos dados de entrada (valores da prescrição). A unidade de otimização de aberração de convergência 205 obtém os necessários valores de desempenho óptico, tais como os astigmatismos, nos respectivos pontos de avaliação das lentes de óculos, pelo estabelecimento das aberrações de convergência calculadas como funções de avaliação e calcula os valores de desempenho óptico otimizados nos respectivos pontos de avaliação, pelas funções de avaliação. O cálculo de otimização é realizado através do método dos quadrados mínimos amortecidos etc.

[00156] Em seguida, a unidade de avaliação de aberração de convergência 206 compara os valores das aberrações de convergência calculados pela unidade de cálculo de convergência e aberração de convergência 204 com os valores limiares preestabelecidos. . Com base no resultado da comparação da unidade de avaliação de aberração de convergência 206, isto é, quando os valores da aberração de convergência não alcançam os valores preestabelecidos, a unidade de correção de dados de projeto 207 corrige os dados de projeto das lentes de óculos, de modo que as aberrações de convergência fiquem dentro de uma faixa desejada de fusão. A unidade de determinação do valor de projeto óptico 208 determina os valores de projeto óptico nos respectivos pontos de avaliação. E, quando as avaliações em todos os pontos de avaliação preestabelecidos são terminadas, os valores

de projeto óptico determinados para as inteiras superfícies de lente são transmitidos pela unidade de missão de dados de projeto 209 para o dispositivo de processamento de lente 202, o que é mostrado na Fig. 10.

[00157] Como o dispositivo de processamento de lente 202, é usado um dispositivo de fabricação de lente de óculos ordinário, que aplica, por exemplo, um processo de corte e polimento em uma lente, baseado nos dados de entrada de curvaturas de uma superfície de frente ou uma superfície traseira, ou curvaturas de ambas as superfícies. Uma vez que o dispositivo de processamento de lente 202 é um dispositivo conhecido como um dispositivo de fabricação de lente de óculos, é omitida uma explanação concreta do dispositivo.

[00158] [4] Forma de realização do método de avaliação de lente de óculos

[00159] Em seguida, são explicados os resultados da realização de avaliações usando-se aberrações de convergência de visões binoculares de várias lentes de óculos, para as quais o método de avaliação de lente de óculos, de acordo com a forma de realização da presente invenção descrita acima, é usado.

[00160] (1) Forma de realização 1 (um exemplo de um grau de astigmatismo 0D)

[00161] Como forma de realização 1, é considerado um exemplo de cálculos das aberrações de convergência para um caso em que ambas as lentes de óculos esquerda e direita têm o poder dióptrico esférico de 4D e o grau de astigmatismo de 0D. Os resultados são mostrados na Fig. 12 e Fig. 13. Este exemplo é um exemplo de uma avaliação para lentes de óculos monofocal e nenhum cálculo de iteração é realizado para otimização. Um objeto é estabelecido para uma superfície hemisférica de um raio infinito, que é centrado pela origem 1 em uma direção de visualização, no sistema de coordenadas explicado na forma de realização acima descrita. Isto é, a

avaliação é realizada para vista distante. A lente de óculos é uma lente esférica bilateral para fins gerais e é corrigida com sucesso por uma função de acuidade visual descrita no WO2002/088828, WO2004/018988, ou no relatório do PCT/JP2008/069791, referente à aplicação de presente pedido. Neste exemplo, a fim de esclarecer o efeito do método de avaliação da presente invenção, um ângulo inclinado de frente, um ângulo de elevação e uma excentricidade da lente são fixados em 0. A distância do ápice de uma córnea ao centro de rotação do globo ocular é de 27,7 mm, o número ABBE é fixado em 32, o raio de lente é fixado em 75 mm e a distância pupilar é fixada em 62 mm. As duas peças consistindo da Fig. 12 e Fig. 13 são um conjunto e elas diagramaticamente mostram as avaliações nos respectivos pontos de avaliação da lente de óculos. Isto é, tanto o eixo geométrico horizontal como o eixo geométrico vertical são direções binoculares, o eixo geométrico horizontal é a direção horizontal, o eixo geométrico vertical é a direção vertical e a unidade é um grau dos ângulos. A Fig. 12 mostra as aberrações de convergência na superfície da direção paralela, a Fig. 13 mostra as aberrações de convergência na direção vertical da superfície e a unidade em ambas é uma dioptria prismática. Como mostrado na Fig. 12 e Fig. 13, ambos os componentes paralelos à superfície e os componentes perpendiculares à superfície das aberrações de convergência são extremamente pequenos e eles são menores do que ou iguais a dioptria prismática de 0,005, em quase todas as áreas. A saber, a fusão é realizada com sucesso e o desempenho da visão binocular é elevado. Além disso, pode ser considerado que as aberrações de convergência são expressas não somente na notação escalar, mas também na notação vetora. Isto também está dentro do escopo da presente invenção.

[00162] (2) Forma de Realização 2 (um exemplo em que uma diferença entre poderes de dioptria esférica esquerda e direita são maiores do que ou iguais a -2D)

[00163] Em seguida, como forma de realização 2, uma avaliação das

lentes de óculos, que é em geral considerada como a definição de uma anisometropia (maior do que ou igual a  $-2D$ , na esquerda e direita), é realizada. Neste exemplo, o poder da dioptria esférica da lente de óculos direita é estabelecido em  $-4D$ , o grau de astigmatismo é estabelecido em  $0D$ , que é o mesmo que o da lente usada na forma de realização acima descrita 1. Por outro lado, para a lente de óculos esquerda, o poder de dioptria esférica é estabelecido em  $-6D$ , o grau de astigmatismo é estabelecido em  $0D$  e as outras condições são estabelecidas para as mesmas como acima descritas na forma de realização 1. Este exemplo é também um exemplo de uma avaliação das lentes de óculos e nenhum cálculo de iteração é realizado para otimização. Os resultados dos cálculos das aberrações de convergência são mostrados nas Fig. 14 e Fig. 15. A Fig. 14 mostra o componente paralelo de superfície das aberrações de convergência e a Fig. 15 mostra o componente perpendicular de superfície das aberrações de convergência. Tanto o componente paralelo de superfície como o componente perpendicular de superfície são muito grandes e, em geral, nas lentes de óculos para uma anisometropia, as aberrações de convergência são grandes a partir do centro da lente para a direção radial. Como mostrado na Fig. 14 e Fig. 15, as aberrações de convergência são maiores do que 5 diópteros de prisma e a área da fusão sensorial é estreita. Isto é, quando estas lentes de óculos são desgastadas, a fusão é realizada através da fusão motora. Portanto, é considerado que não há repouso para o movimento rotacional dos globos oculares. Quando uma fadiga visual ocorre, pode ser considerado que ela é uma das causas.

[00164] (3) Forma de realização 3 (um exemplo em que um ângulo de elevação é de 20 graus)

[00165] Em seguida, como forma de realização 3, as aberrações de convergência são calculadas para o caso em que há um ângulo de elevação em uma armação. Os resultados são mostrados na Fig. 16 e Fig. 17. Na forma de realização 3, o poder de dioptria esférica e o grau de astigmatismo são

estabelecidos como os mesmos que aquela da lente usada na forma de realização 1 acima e a fim de avaliar a extensão do efeito do ângulo de elevação, este exemplo é estabelecido como um exemplo em que o ângulo de elevação de 20 graus é dado. O resto das condições são as mesmas que aquelas da forma de realização 1 acima descrita. A Fig. 16 mostra o componente paralelo de superfície das aberrações de convergência e a Fig. 17 mostra o componente vertical de superfície das aberrações de convergência. A forma de realização 3 é também um exemplo de uma avaliação das lentes de óculos e nenhum cálculo de iteração é realizado para otimização. Na forma de realização 3, é uma característica que, entre as aberrações de convergência, o componente paralelo de superfície mostrado na Fig. 16 é muito grande, em comparação com o componente perpendicular de superfície mostrado na Fig.17. Além disso, se for comparado com a forma de realização 2, a deterioração no componente perpendicular de superfície é grande e torna-se óbvio que a lente de óculos com o ângulo de elevação de 20 graus fornece um impacto maior sobre a visão binocular do que a lente de óculos para uma anisometropia (diferença de grau 2D).

[00166] Pelo acima, pode ser visto que se torna possível quantitativamente avaliar uma visão binocular de lentes de óculos usando-se as aberrações de convergência, com o método de avaliação da lente de óculos de acordo com a forma de realização da presente invenção. Adicionalmente, embora um exemplo de um cálculo seja omitido, é possível alargar uma área de possibilitando a fusão de uma visão binocular, otimizando-se enquanto usando-se as aberrações de convergência como um fator de funções de avaliação. Isto é, é possível melhorar o desempenho de uma visão binocular. Além disso, a presente invenção não é limitada pelas configurações explicadas nas formas de realização acima descritas e várias modificações e mudanças são possíveis na faixa que não se desvia da configuração da invenção, tal como estabelecendo o objeto em um lugar que não um lugar de

um hemisfério.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método implementado por computador para projetar lente de óculos, caracterizado pelo fato de compreender:

uma etapa de estabelecer (S1) um sistema óptico usando um sistema de coordenadas, para o qual uma origem (1) é colocada em um ponto médio dos centros de rotações (1L, 1R) de ambos os globos oculares (10L, 10R) e em que um objeto é especificado por uma direção visual da origem, o sistema óptico incluindo o objeto, lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R) e ambos os globos oculares;

uma etapa de calcular (S2) um valor de referência de um ângulo de convergência com linhas de fixações para as quais um ponto de fixação (12) do objeto é estabelecido como uma direção de visualização, o ponto de fixação sendo um ponto de interseção em que as linhas de fixações cruzam-se, após passarem através dos pontos de referência de projeto das lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R);

uma etapa de calcular (S3) um ângulo de convergência com linhas de fixações, as linhas de fixações estendendo-se para um ponto de avaliação de objeto (12) em um ângulo de visualização arbitrário e passando através das lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R), e calculando-se uma aberração de convergência por uma diferença entre o ângulo de convergência e o valor de referência do ângulo de convergência; e

uma etapa de determinar um formato de lente realizando (S4-S7) uma otimização, de modo que um valor da aberração de convergência é um mínimo e esteja dentro de valores limiares predeterminados, em que uma fusão é possível dentro dos valores limiares predeterminados;

em que o ponto de fixação (12) do objeto e o ponto de avaliação (22) são estabelecidos em posições em um hemisfério (5), um centro do hemisfério sendo na origem (1), um raio do hemisfério sendo uma distância entre um ponto de interseção de linhas de fixações e a origem, e as

linhas de fixações sendo dos centros de rotações (1L, 1R) dos globos oculares esquerdo e direito e passando através dos pontos de referência de projeto esquerdo e direito, respectivamente.

2. Método para fabricar lente de óculos, caracterizado pelo fato de compreender, para um valor de uma aberração de convergência obtido através de: uma etapa de estabelecer um sistema óptico utilizando um sistema de coordenadas, para o qual uma origem (1) é colocada em um ponto médio dos centros de rotações (1L, 1R) de ambos globos oculares (10L, 10R), e em que um objeto é especificado por uma direção visual da origem (1), o sistema óptico incluindo o objeto, lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R) e ambos os globos oculares; uma etapa de calcular um valor de referência de um ângulo de convergência com linhas de fixações para as quais um ponto de fixação (12) do objeto é estabelecido como uma direção de visualização, o ponto de fixação sendo um ponto de interseção em que as linhas de fixações cruzam-se, após passar através dos pontos de referência do projeto das lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R); e uma etapa de calcular um ângulo de convergência com linhas de fixações, as linhas de fixações estendendo-se para um ponto de avaliação (22) de objeto em um ângulo de visualização arbitrário e passando através das lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R), e calculando-se a aberração de convergência por uma diferença entre o ângulo de convergência e o valor de referência do aberração de convergência;

um processo para projetar um formato de lente realizando-se uma otimização, de modo que o valor da aberração de convergência é um mínimo e esteja dentro de valores limiares predeterminados, em que uma fusão é possível dentro dos valores limiares predeterminados; e

um processo de fabricar uma lente de óculos com base nos valores de projeto determinados para o formato de lente;

em que o ponto de fixação (12) do objeto e o ponto de avaliação (22) são estabelecidos em posições em um hemisfério (5), um

centro do hemisfério sendo na origem (1), um raio do hemisfério sendo uma distância entre um ponto de interseção de linhas de fixações e a origem, e as linhas de fixações sendo dos centros de rotações (1L, 1R) dos globos oculares esquerdo e direito e passando através dos pontos de referência de projeto esquerdo e direito, respectivamente.

3. Sistema para fabricar lente de óculos (200), caracterizado pelo fato de compreender:

um meio de projetar (201) para projetar um formato de lente pela realização de uma otimização, de modo que um valor de uma aberração de convergência é um mínimo e esteja dentro de valores limiares predeterminados; em que uma fusão é possível dentro dos valores limiares predeterminados; e em que o valor da aberração de convergência é obtido através de: uma etapa de estabelecer um sistema óptico empregando-se um sistema de coordenadas, para o qual uma origem (1) é colocada em um ponto médio dos centros de rotações (1L, 1R) de ambos os globos oculares (10L, 10R) e em que um objeto é especificado por uma direção visual da origem, o sistema óptico incluindo o objeto, lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R) e ambos os globos oculares; uma etapa de calcular um valor de referência de um ângulo de convergência com linhas de fixações para as quais um ponto de fixação (12) do objeto é estabelecido como uma direção de visualização, o ponto de fixação sendo um ponto de interseção em que as linhas de fixações cruzam-se, após passar através dos pontos de referência do projeto das lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R); e uma etapa de calcular um ângulo de convergência com linhas de fixações, as linhas de fixações estendendo-se para um ponto de avaliação (12) de objeto em um ângulo de visualização arbitrário e passando através das lentes de óculos esquerda e direita (11L, 11R), e calculando-se a aberração de convergência por uma diferença entre o ângulo de convergência e o valor de referência do ângulo de convergência; e

um meio de fabricação (202) para fabricar uma lente de óculos com base nos valores de projeto determinados para o formato de lente;

em que o ponto de fixação (12) do objeto e o ponto de avaliação (22) são estabelecidos em posições em um hemisfério (5), um centro do hemisfério sendo na origem (1), um raio do hemisfério sendo uma distância entre um ponto de interseção de linhas de fixações e a origem, e as linhas de fixações sendo dos centros de rotações (1L, 1R) dos globos oculares esquerdo e direito e passando através dos pontos de referência de projeto esquerdo e direito, respectivamente.

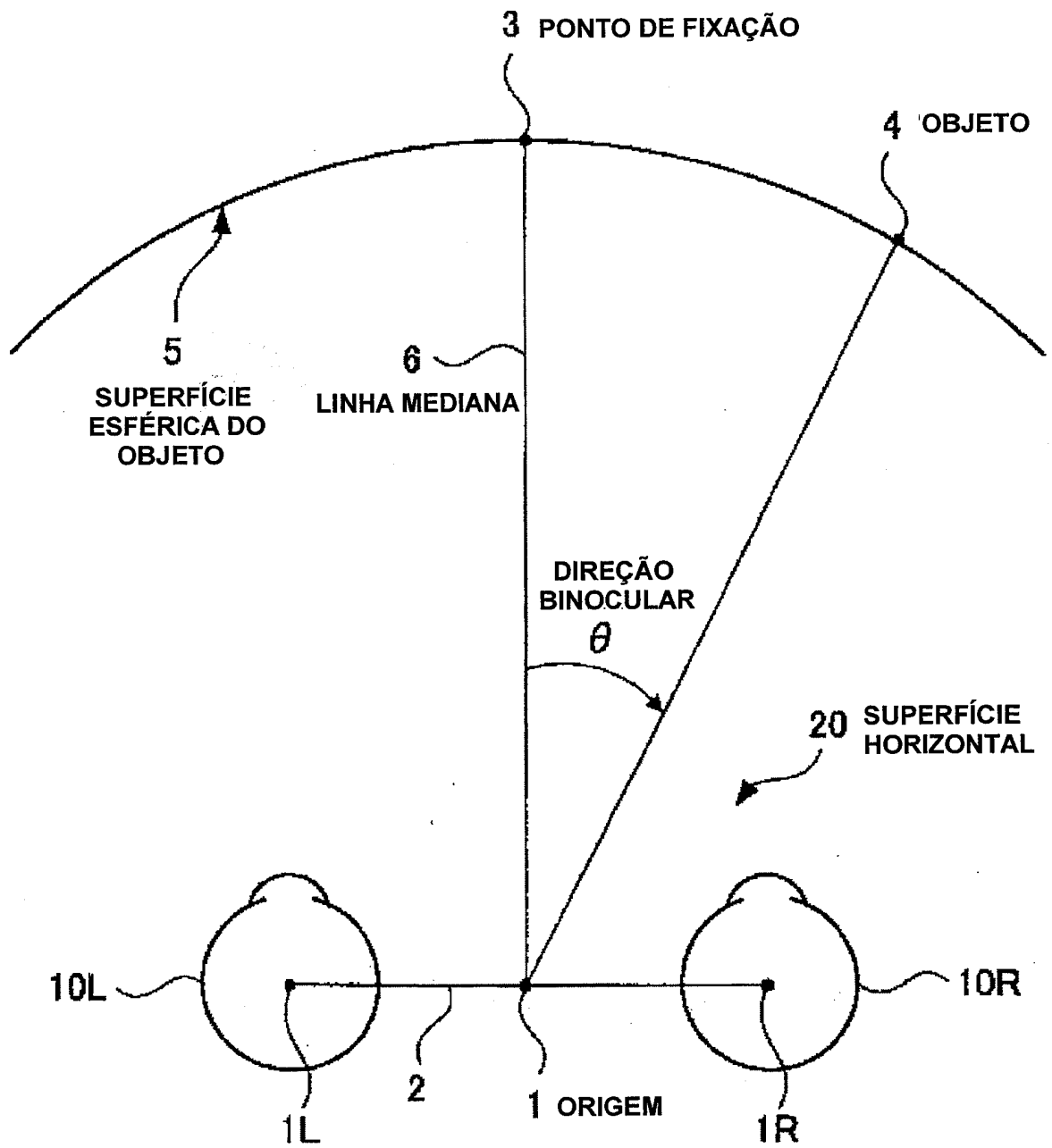


FIG 1

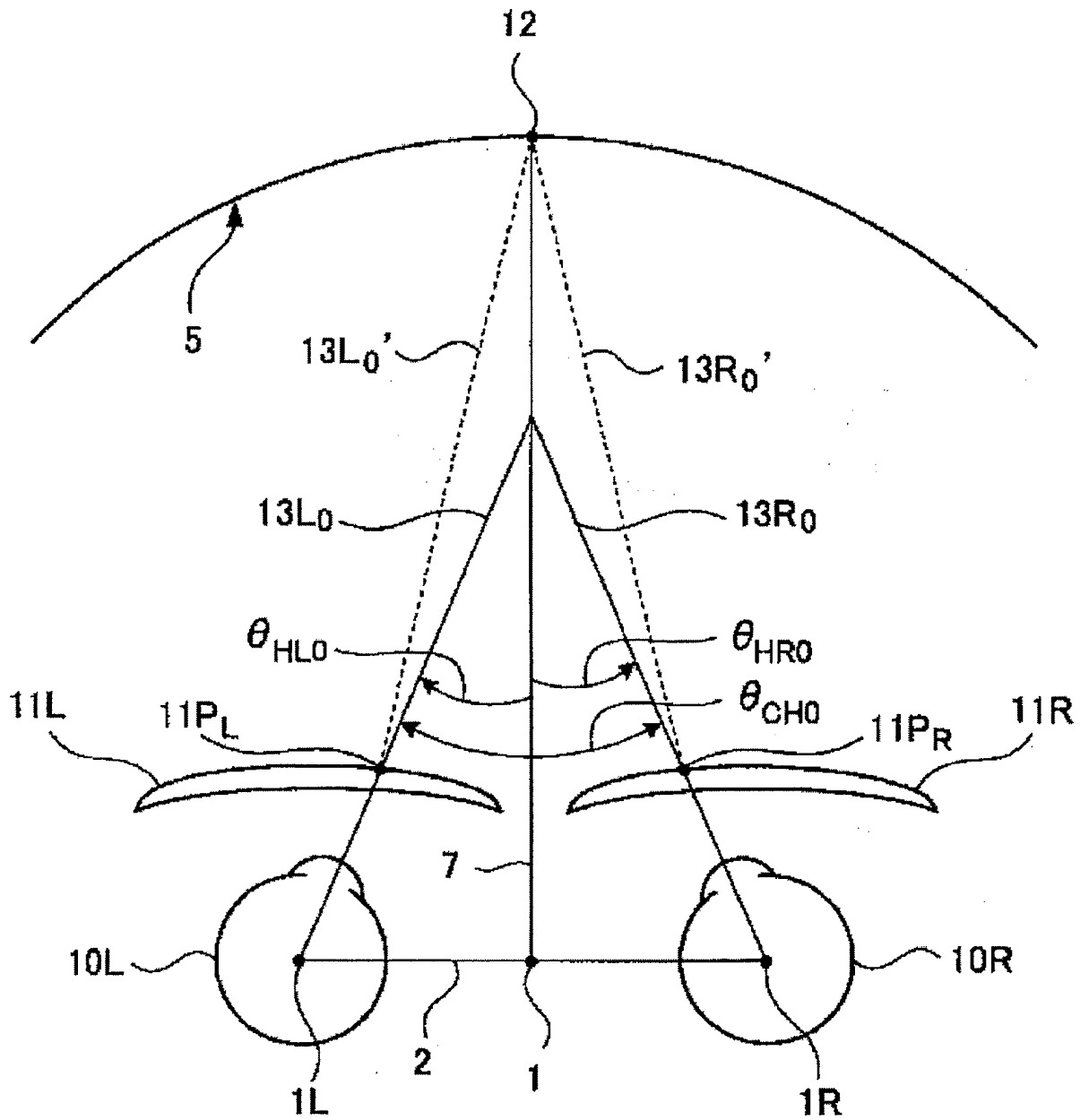


FIG 2

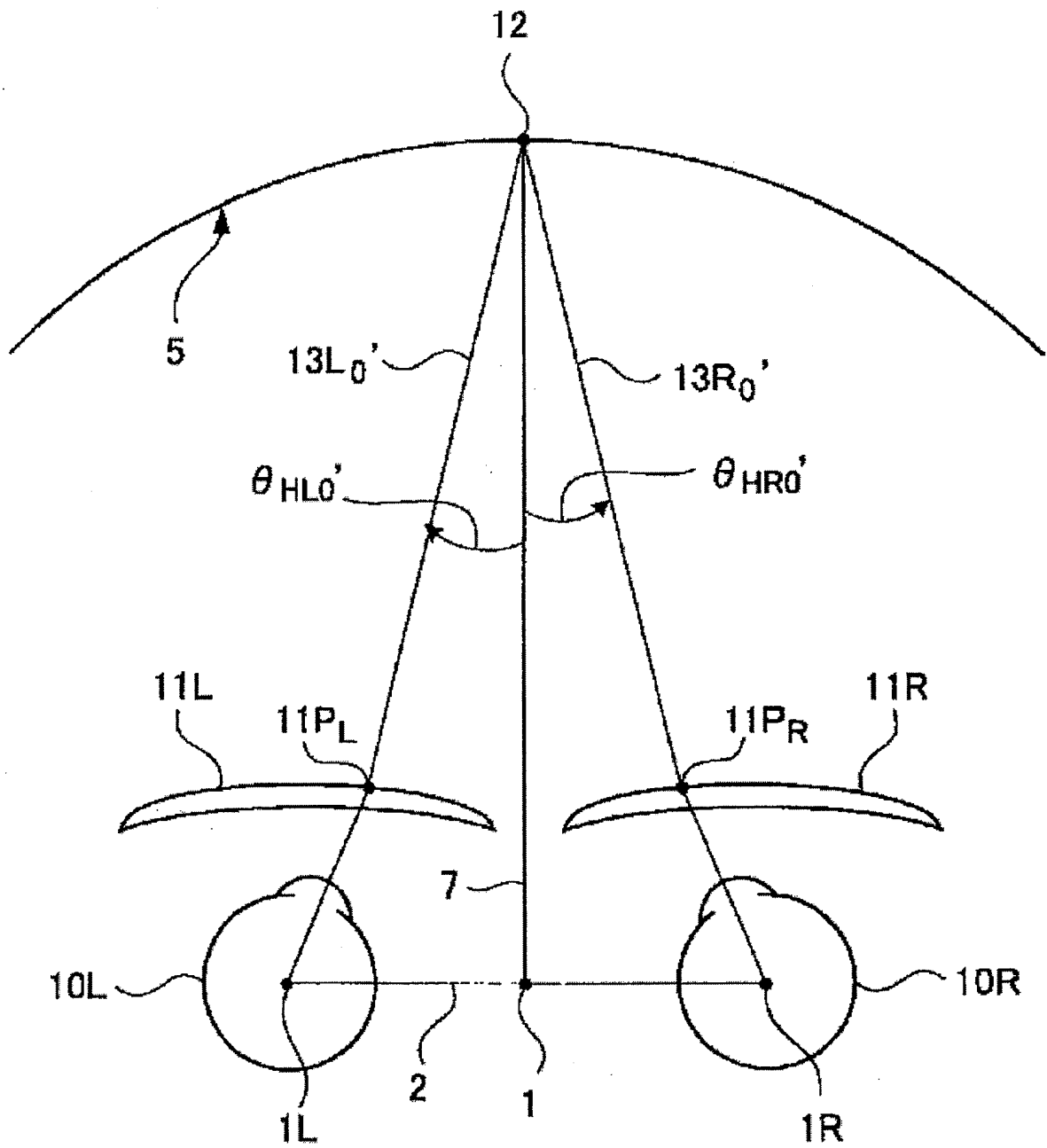


FIG 3

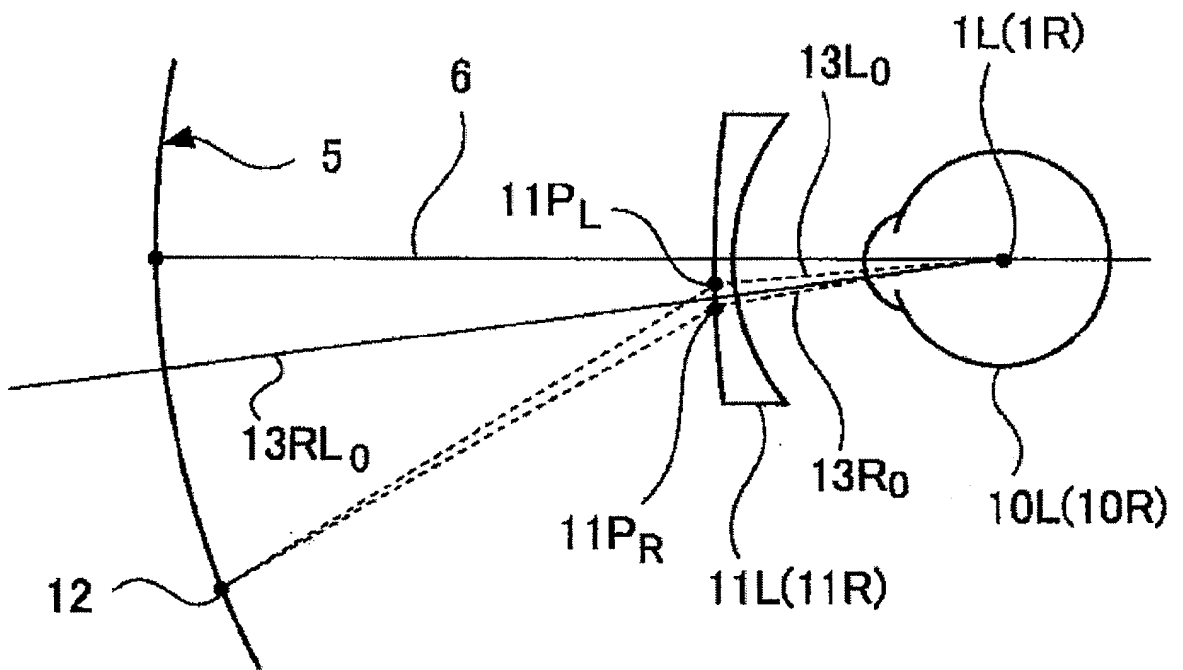


FIG 4

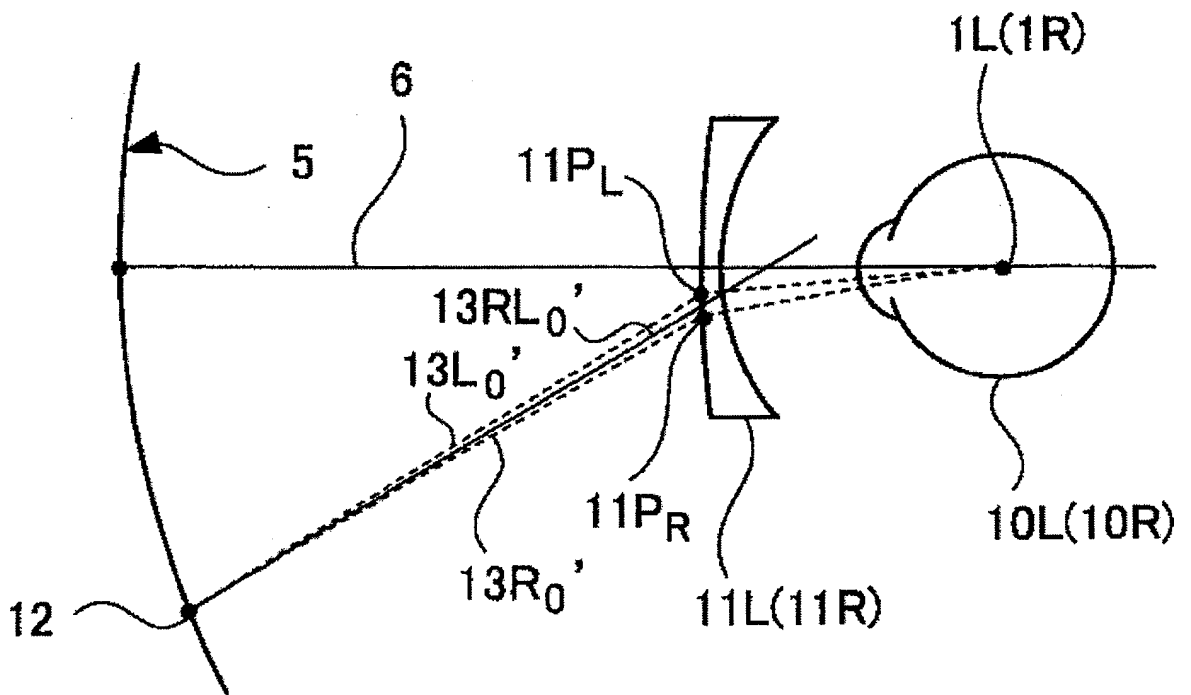


FIG 5

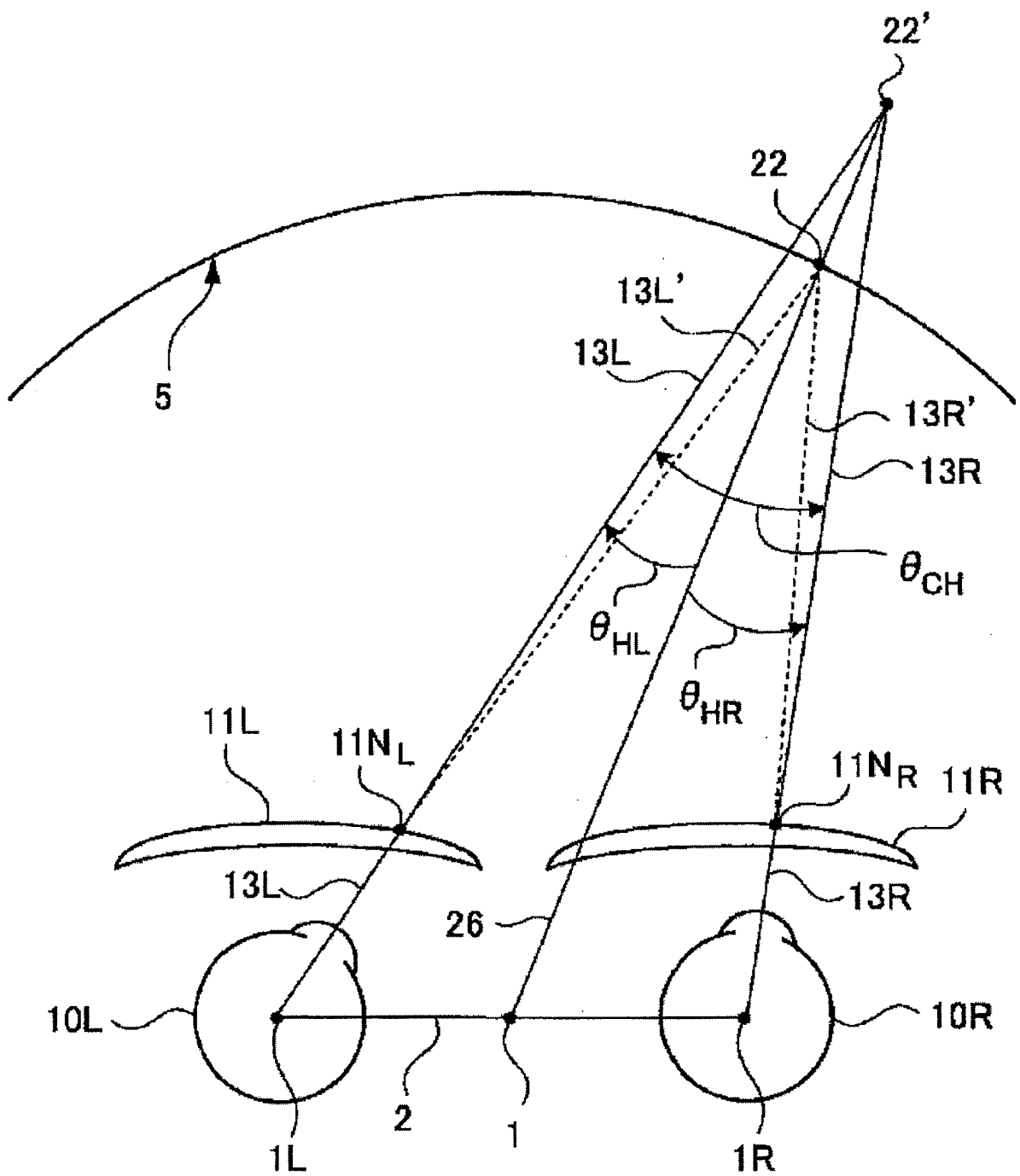


FIG 6

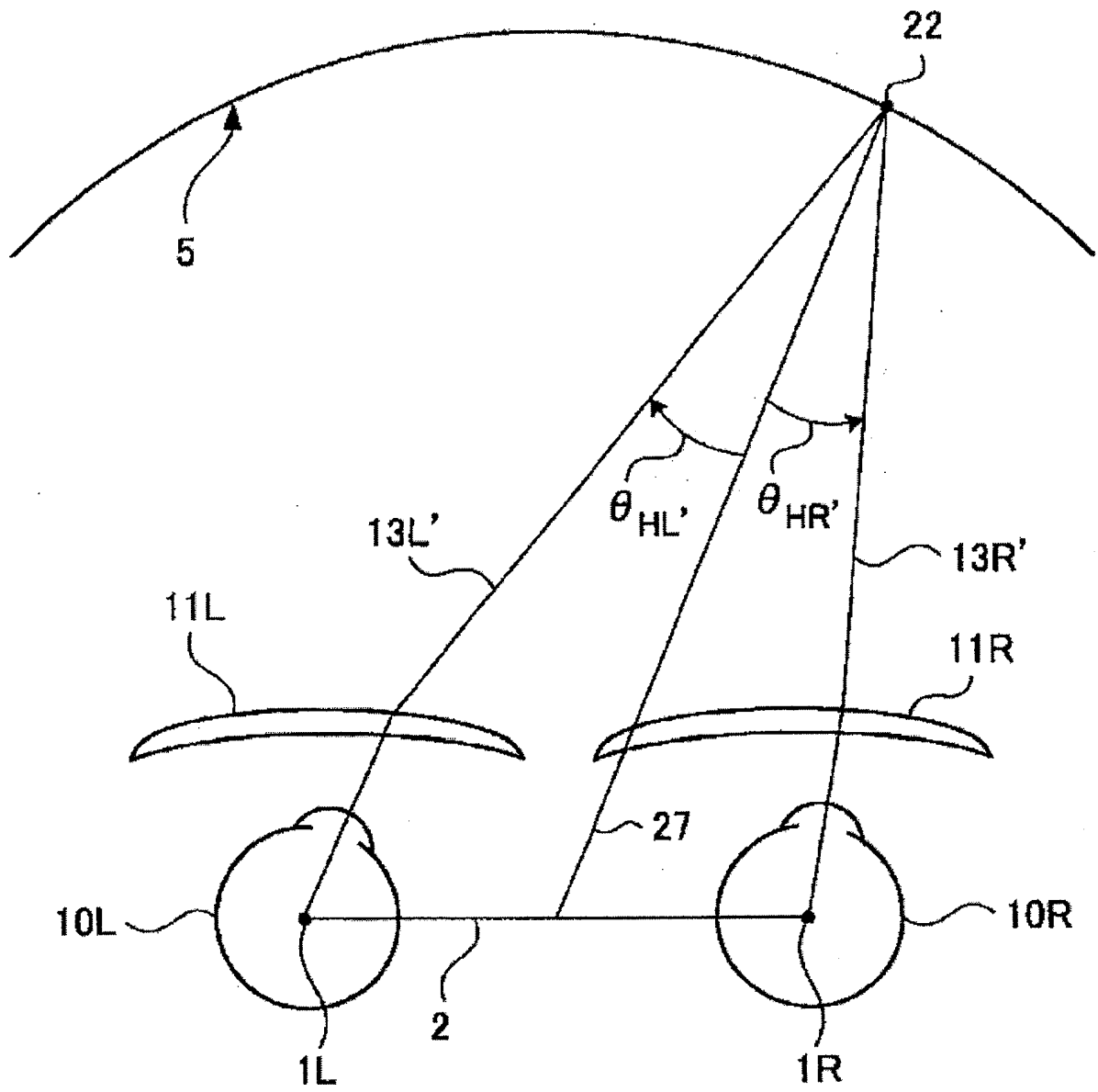


FIG 7

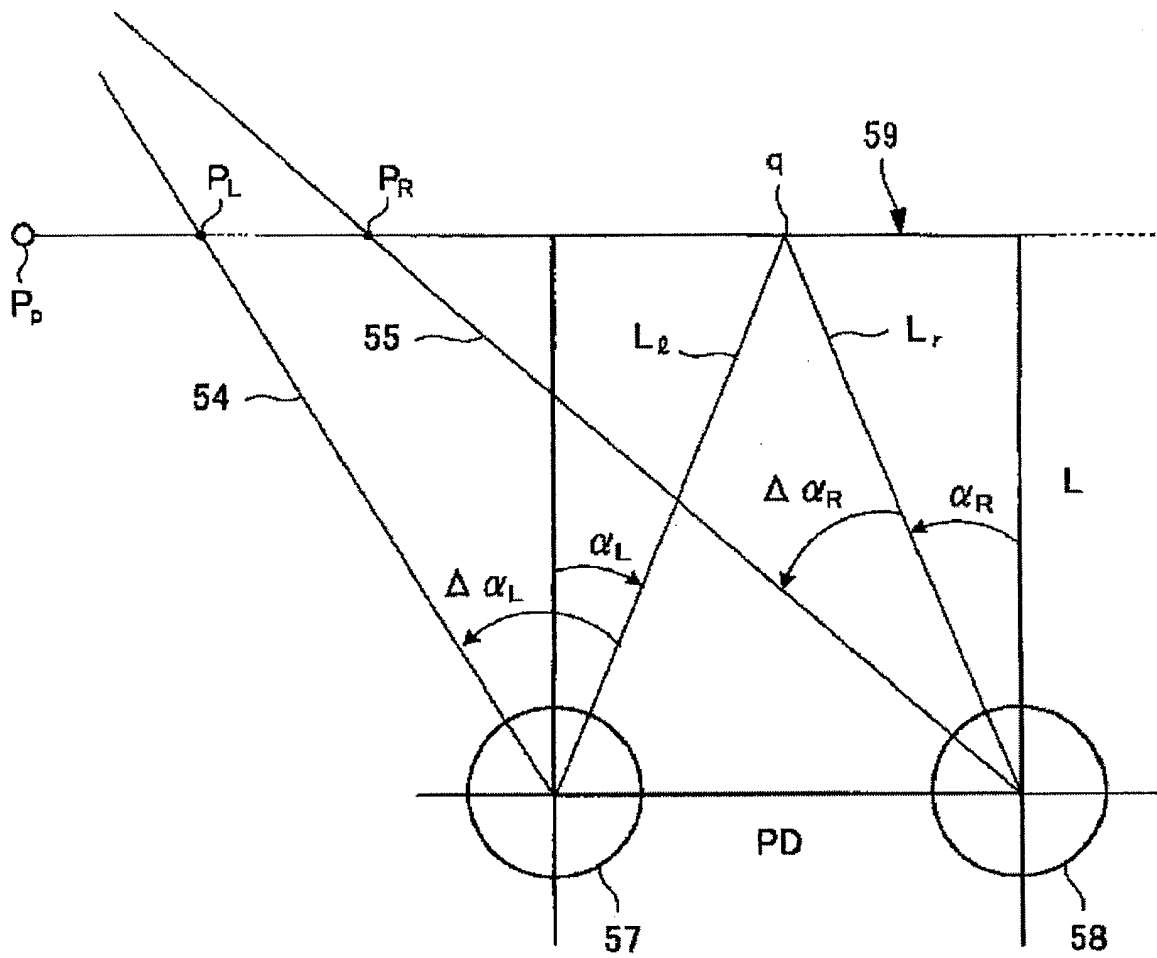
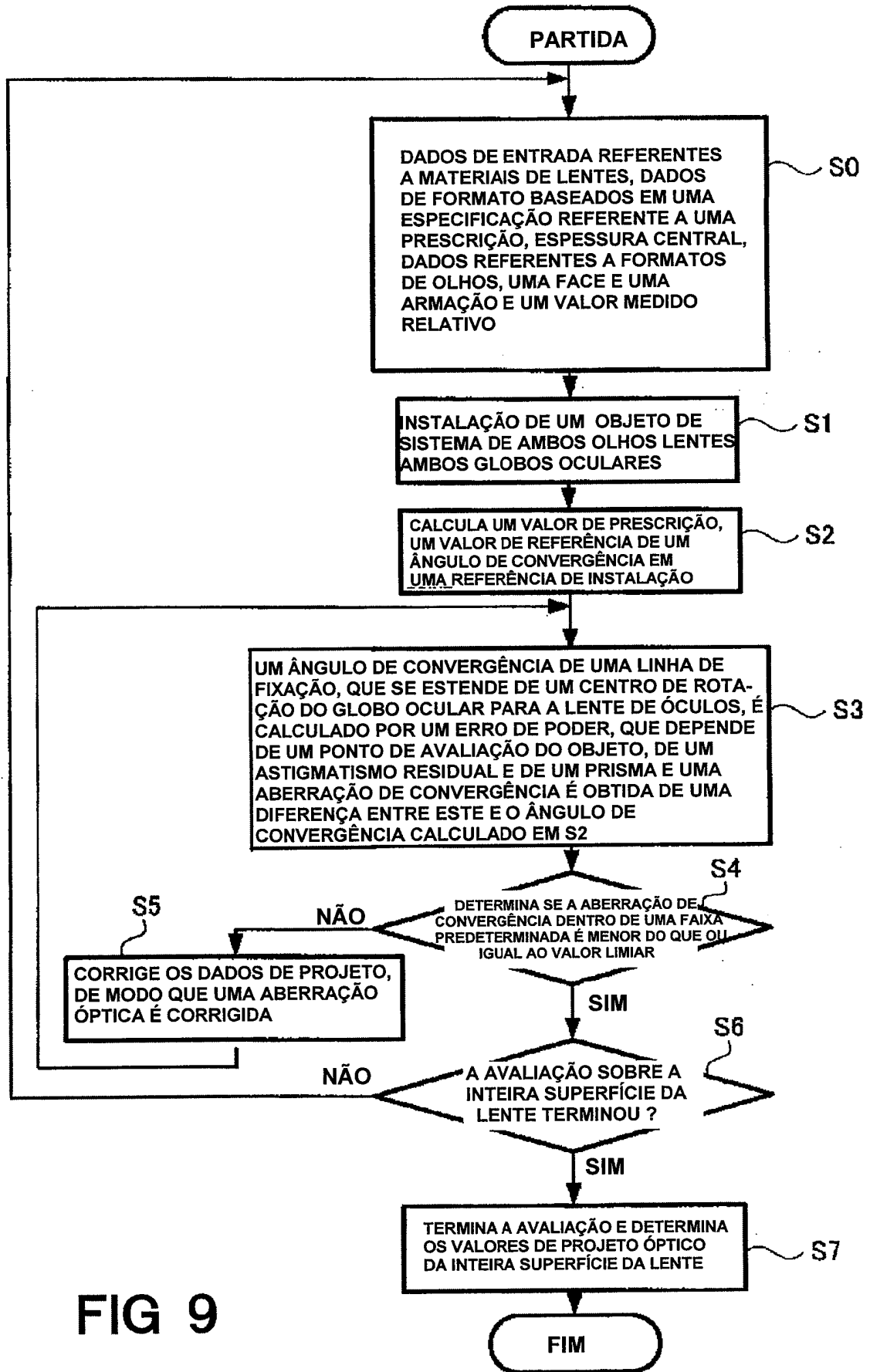


FIG 8



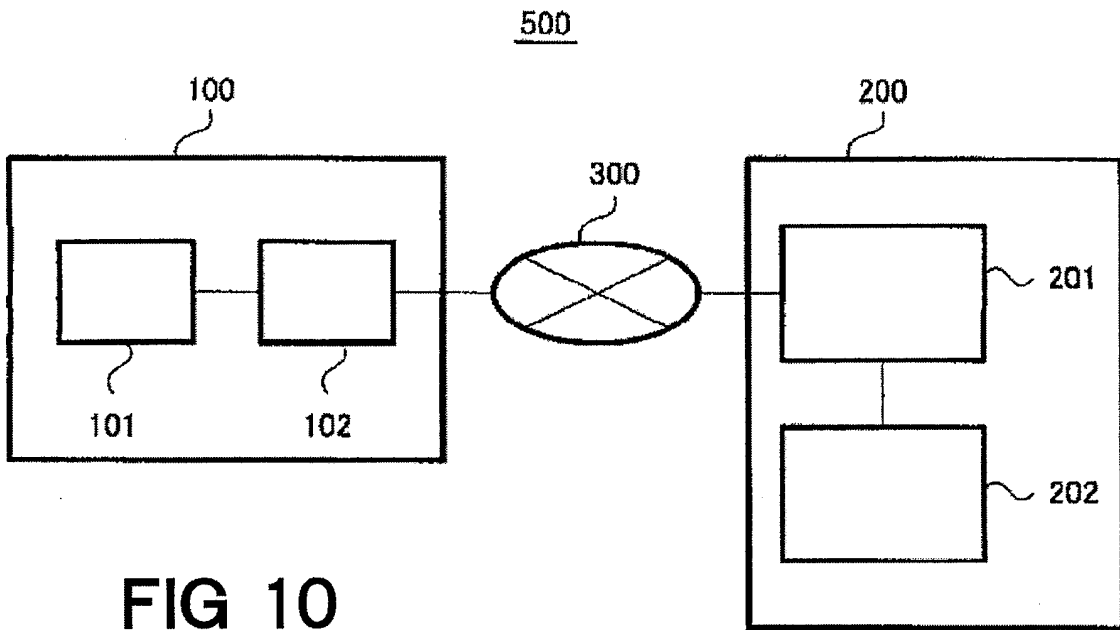


FIG 10

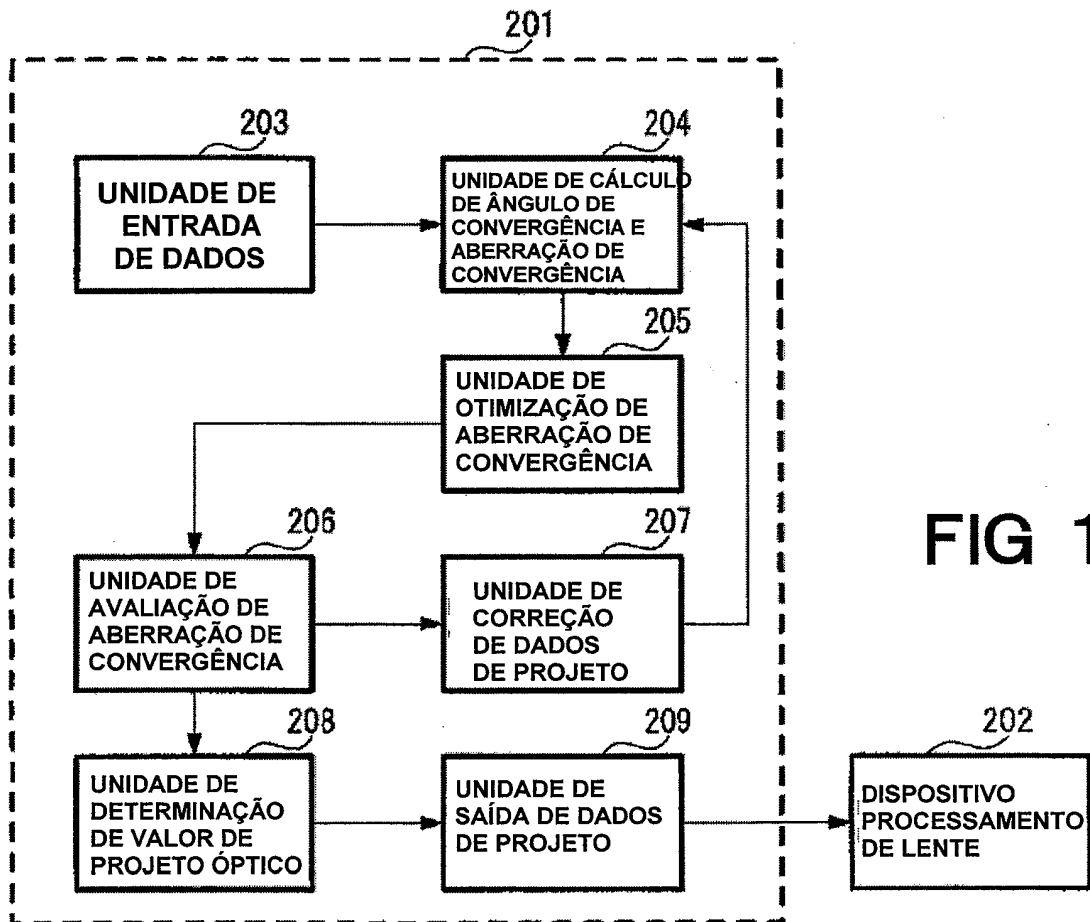


FIG 11

FIG 12

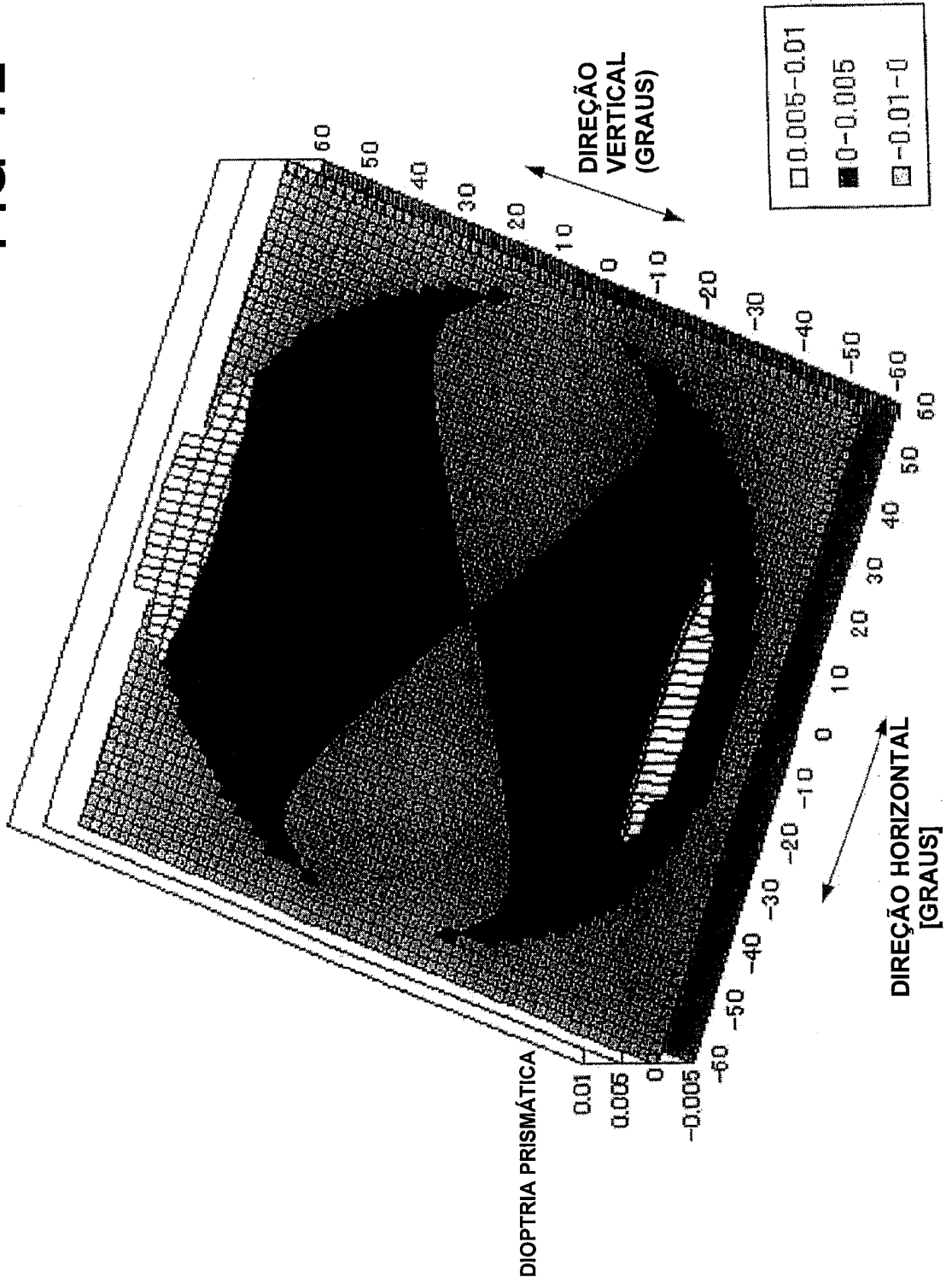


FIG 13

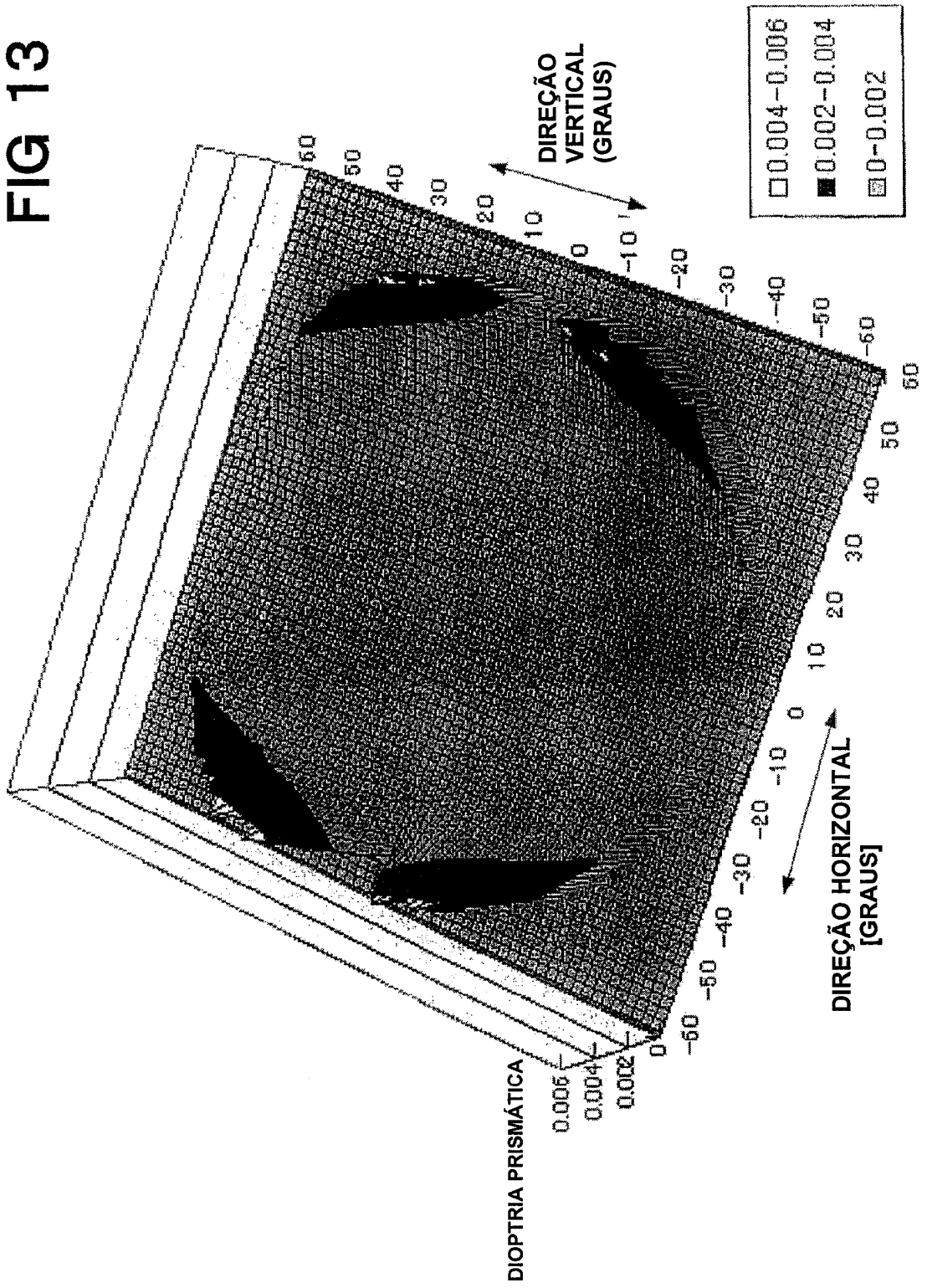


FIG 14

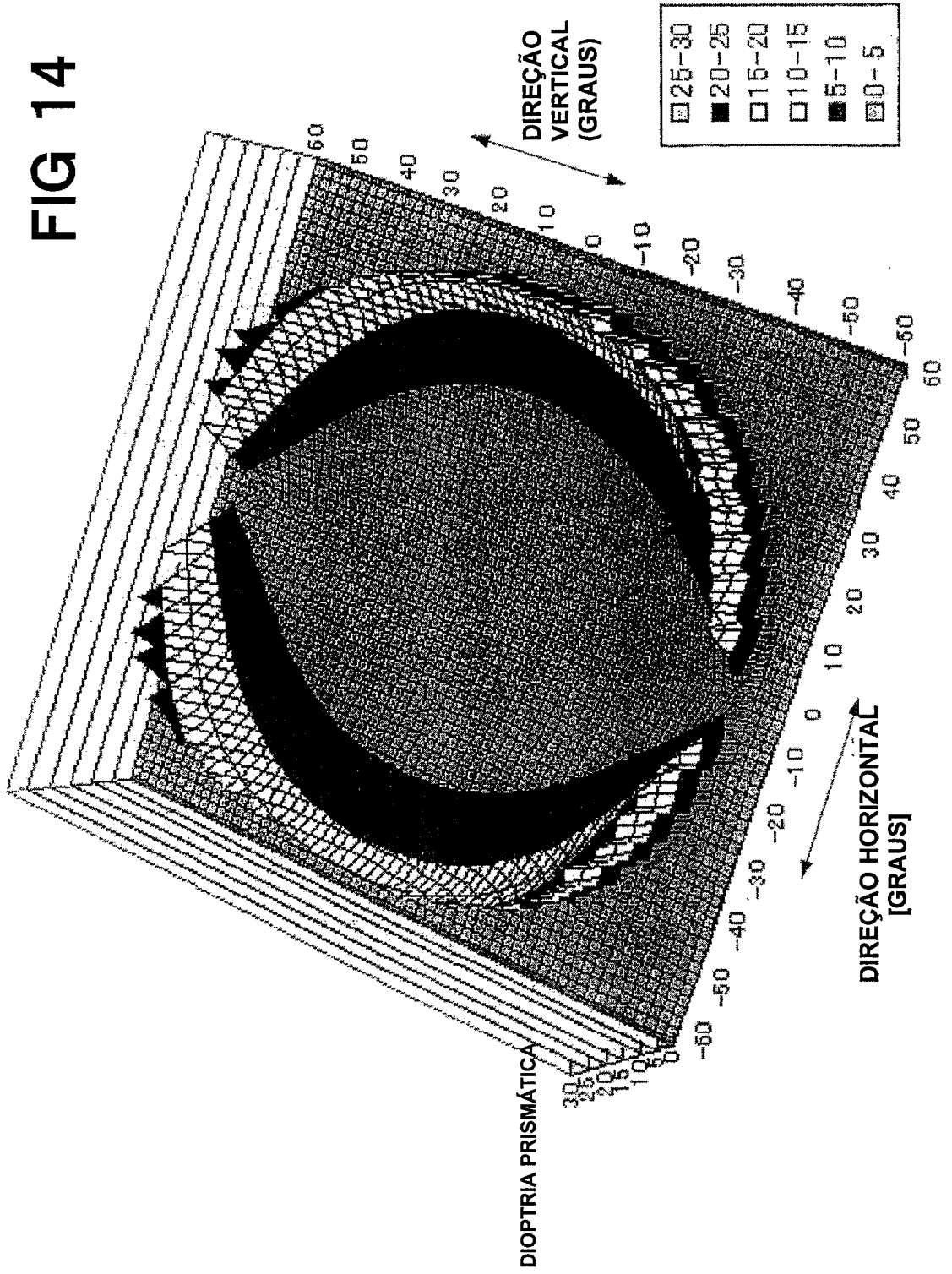


FIG 15

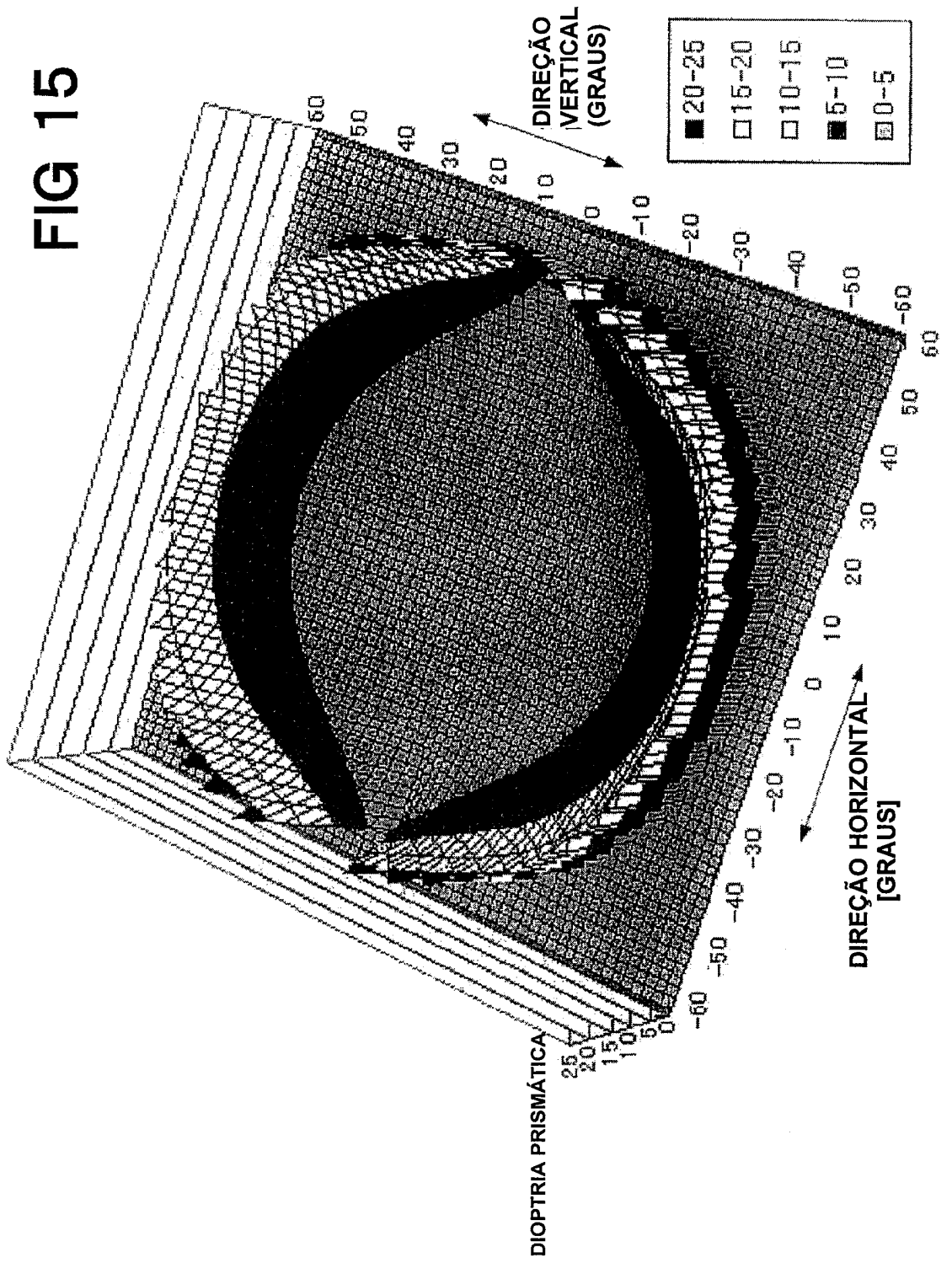


FIG 16

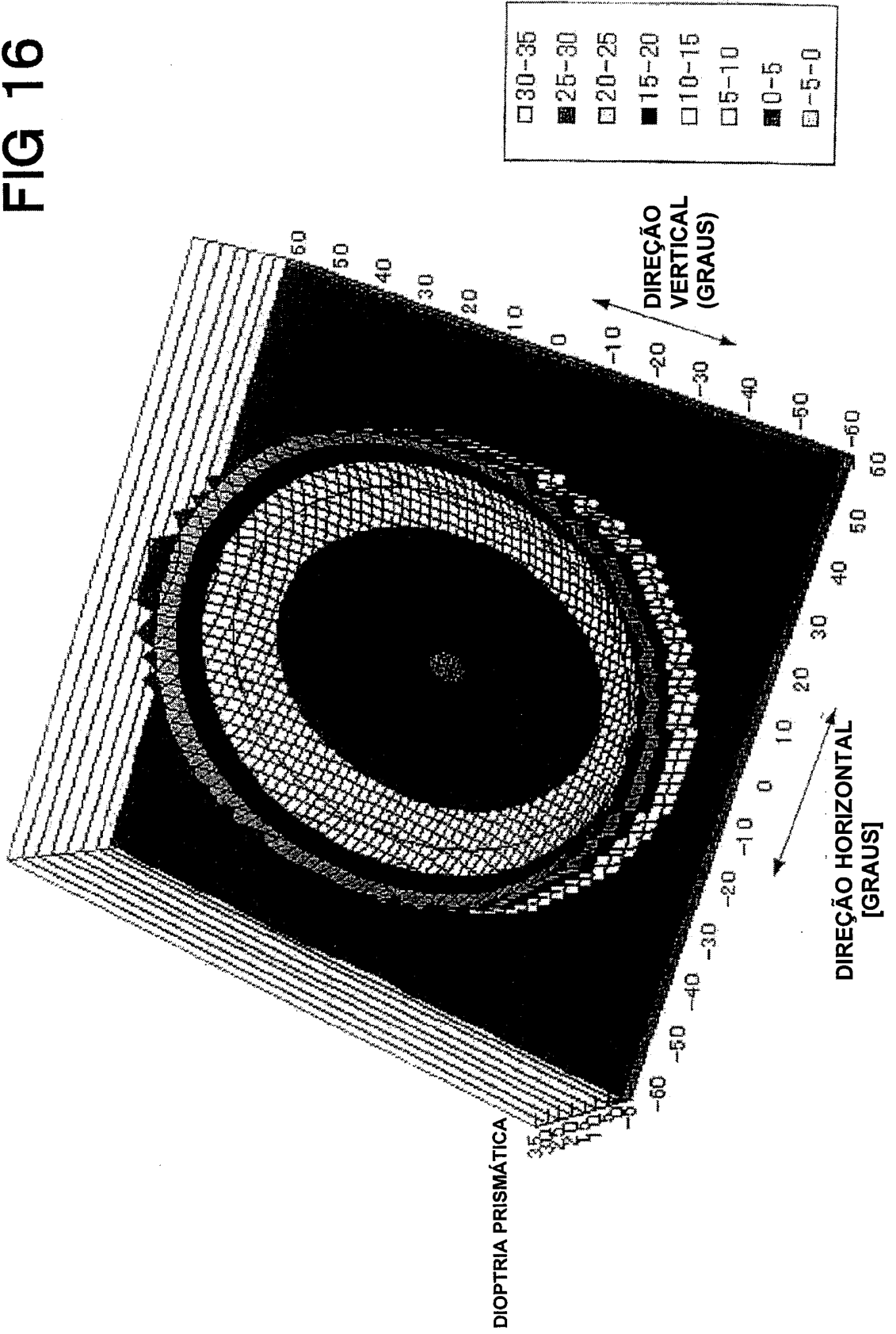


FIG 17

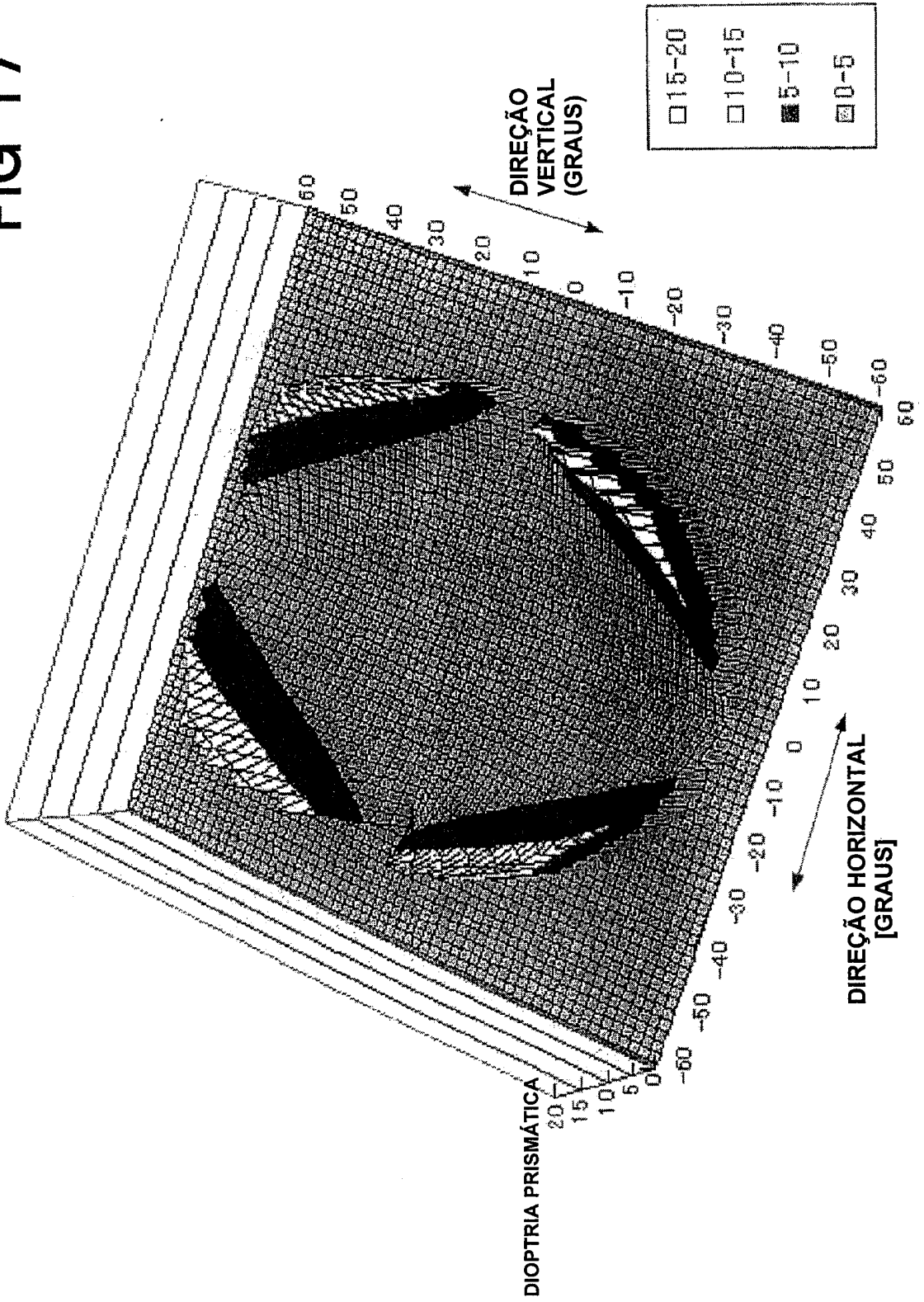
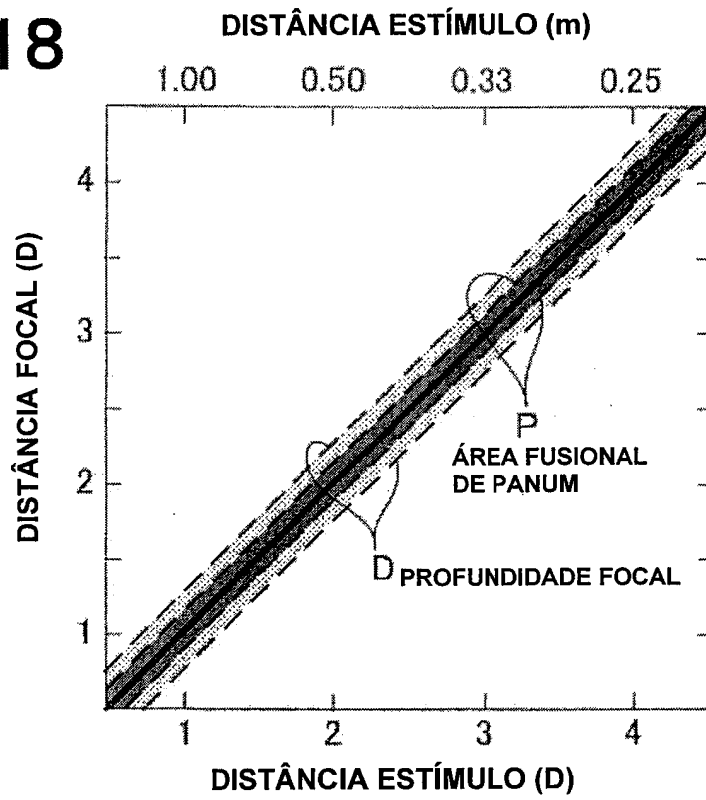
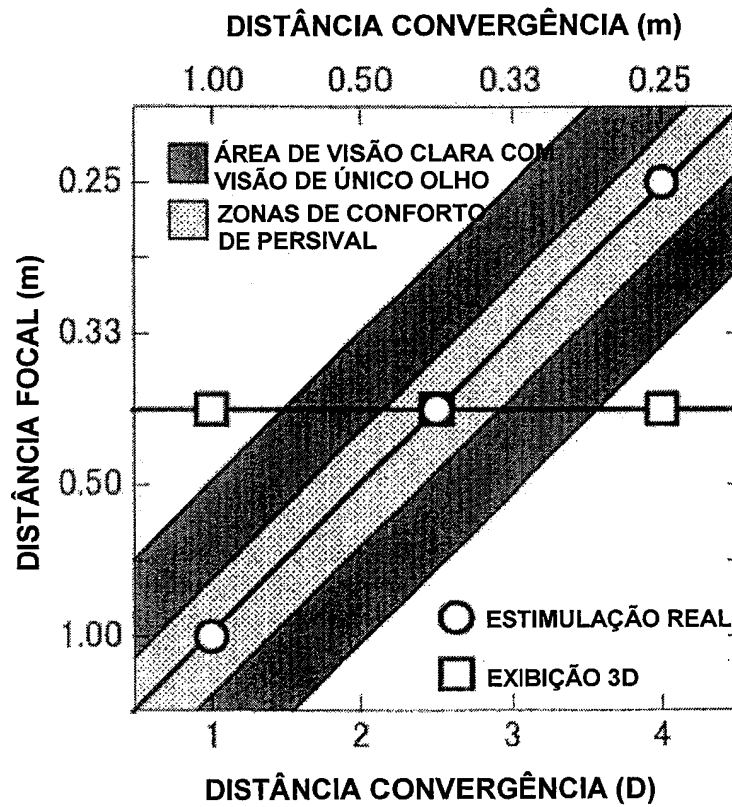


FIG 18

A



B



## FIG 19

A

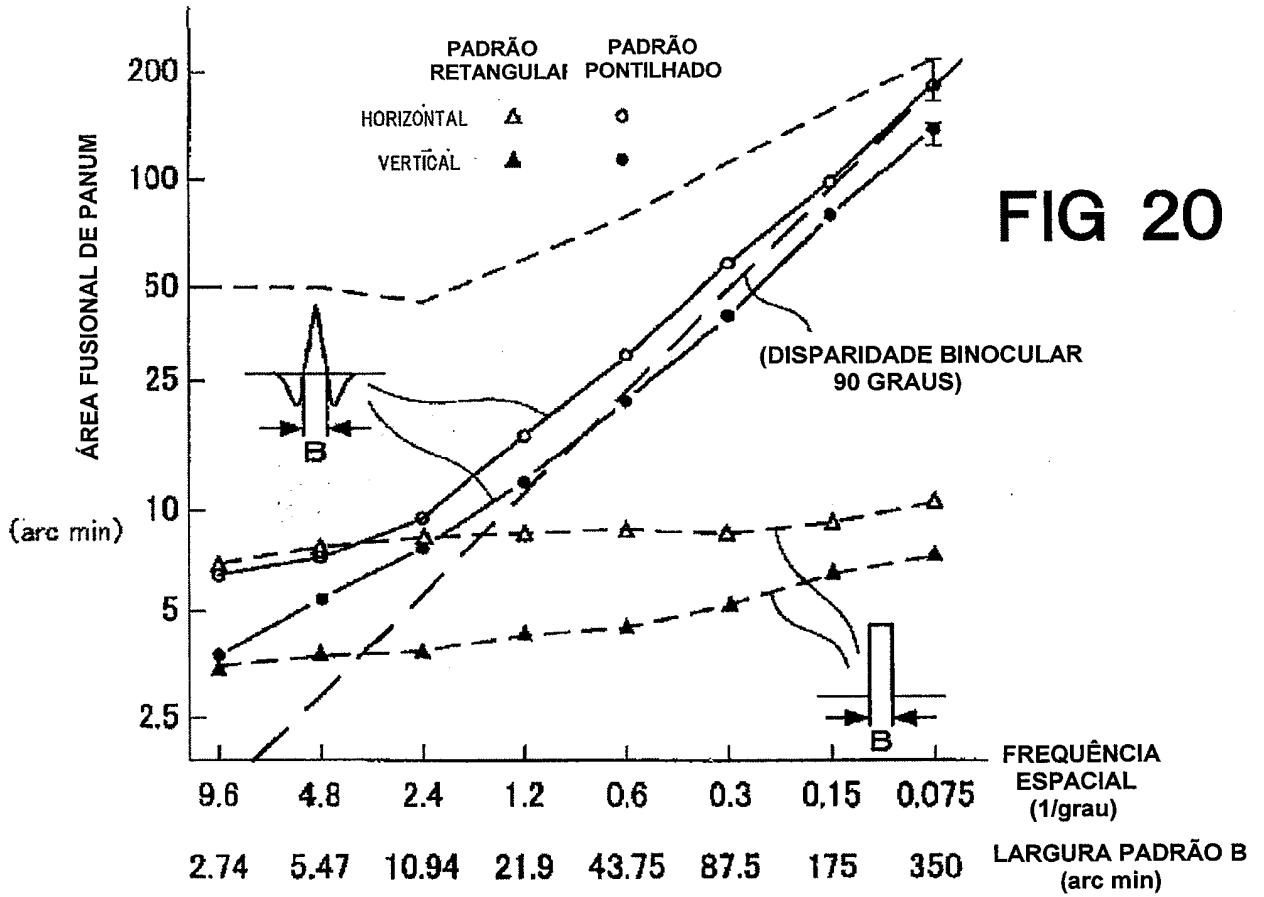
(PD=0.06)

cm	MA	arc min	$\Delta$
	0	0.0	0.0
2000	0.05	10.3	0.3
1000	0.1	20.6	0.6
667	0.15	30.9	0.9
500	0.2	41.3	1.2
400	0.25	51.6	1.5
333	0.3	61.9	1.8
286	0.35	72.2	2.1
250	0.4	82.5	2.4
222	0.45	92.8	2.7
200	0.5	103.1	3.0
182	0.55	113.4	3.3
167	0.6	123.7	3.6
154	0.65	134.0	3.9
143	0.7	144.3	4.2
133	0.75	154.6	4.5
125	0.8	164.9	4.8
118	0.85	175.2	5.1
111	0.9	185.5	5.4
105	0.95	195.7	5.7
100	1	206.0	6.0
95	1.05	216.3	6.3
91	1.1	226.6	6.6
87	1.15	236.8	6.9
83	1.2	247.1	7.2
80	1.25	257.3	7.5
77	1.3	267.6	7.8
74	1.35	277.9	8.1
71	1.4	288.1	8.4
69	1.45	298.3	8.7
67	1.5	308.6	9.0
65	1.55	318.8	9.3
63	1.6	329.0	9.6
61	1.65	339.2	9.9
59	1.7	349.4	10.2
57	1.75	359.6	10.5
56	1.8	369.8	10.8
54	1.85	380.0	11.1
53	1.9	390.2	11.4
51	1.95	400.4	11.7
50	2	410.6	12.0

B

(PD=0.065)

cm	MA	arc min	$\Delta$
	0	0.0	0.0
2000	0.05	11.2	0.3
1000	0.1	22.3	0.7
667	0.15	33.5	1.0
500	0.2	44.7	1.3
400	0.25	55.9	1.6
333	0.3	67.0	2.0
286	0.35	78.2	2.3
250	0.4	89.4	2.6
222	0.45	100.5	2.9
200	0.5	111.7	3.3
182	0.55	122.8	3.6
167	0.6	134.0	3.9
154	0.65	145.2	4.2
143	0.7	156.3	4.6
133	0.75	167.5	4.9
125	0.8	178.6	5.2
118	0.85	189.7	5.5
111	0.9	200.9	5.9
105	0.95	212.0	6.2
100	1	223.1	6.5
95	1.05	234.3	6.8
91	1.1	245.4	7.2
87	1.15	256.5	7.5
83	1.2	267.6	7.8
80	1.25	278.7	8.1
77	1.3	289.8	8.5
74	1.35	300.9	8.8
71	1.4	312.0	9.1
69	1.45	323.1	9.4
67	1.5	334.1	9.8
65	1.55	345.2	10.1
63	1.6	356.2	10.4
61	1.65	367.3	10.7
59	1.7	378.3	11.1
57	1.75	389.4	11.4
56	1.8	400.4	11.7
54	1.85	411.4	12.0
53	1.9	422.4	12.4
51	1.95	433.4	12.7
50	2	444.4	13.0



**FIG 21**

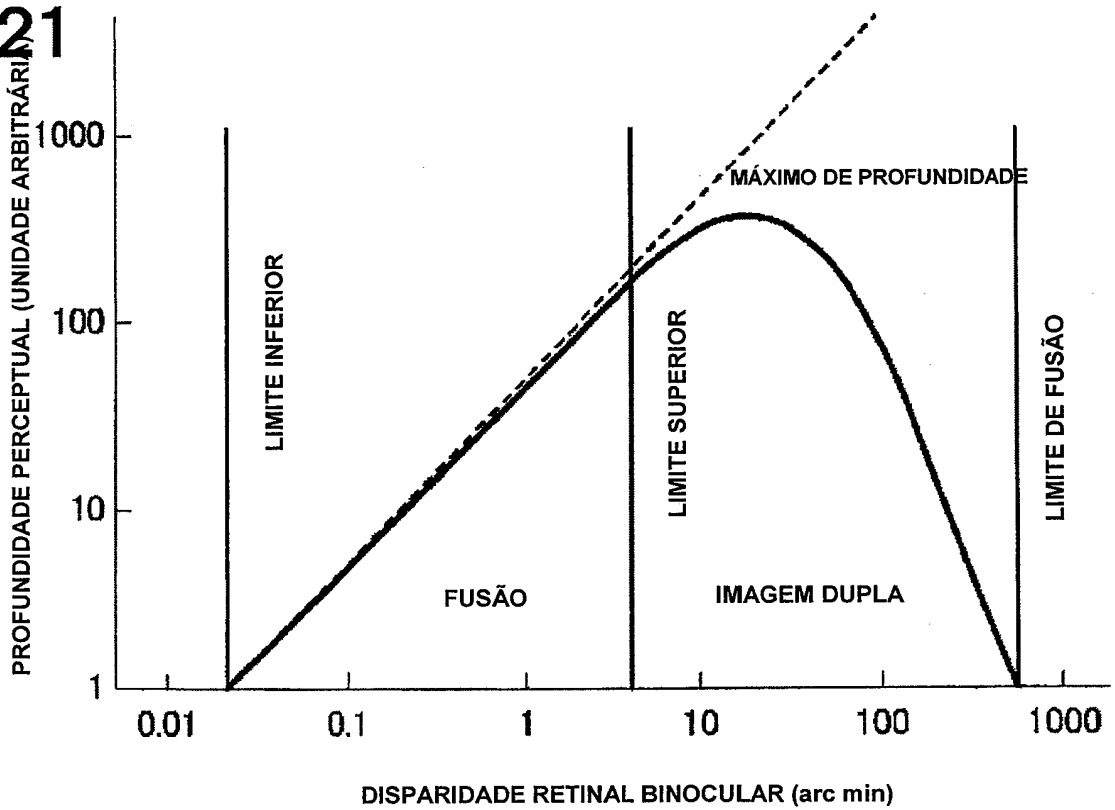


FIG 22

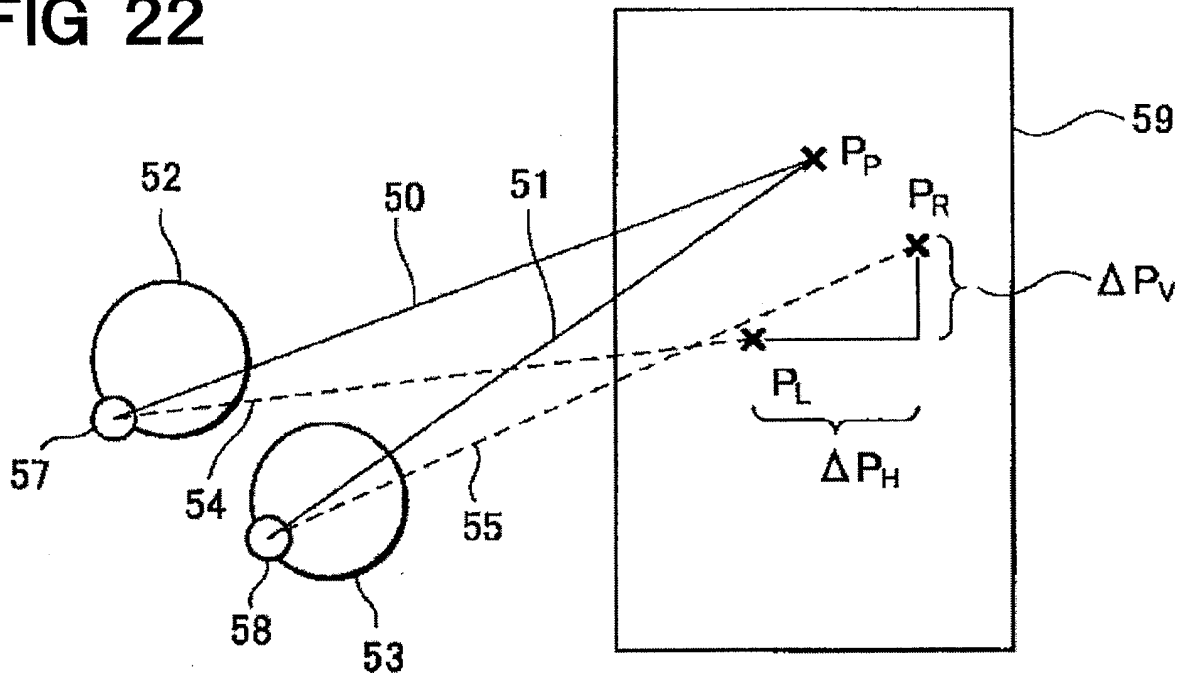
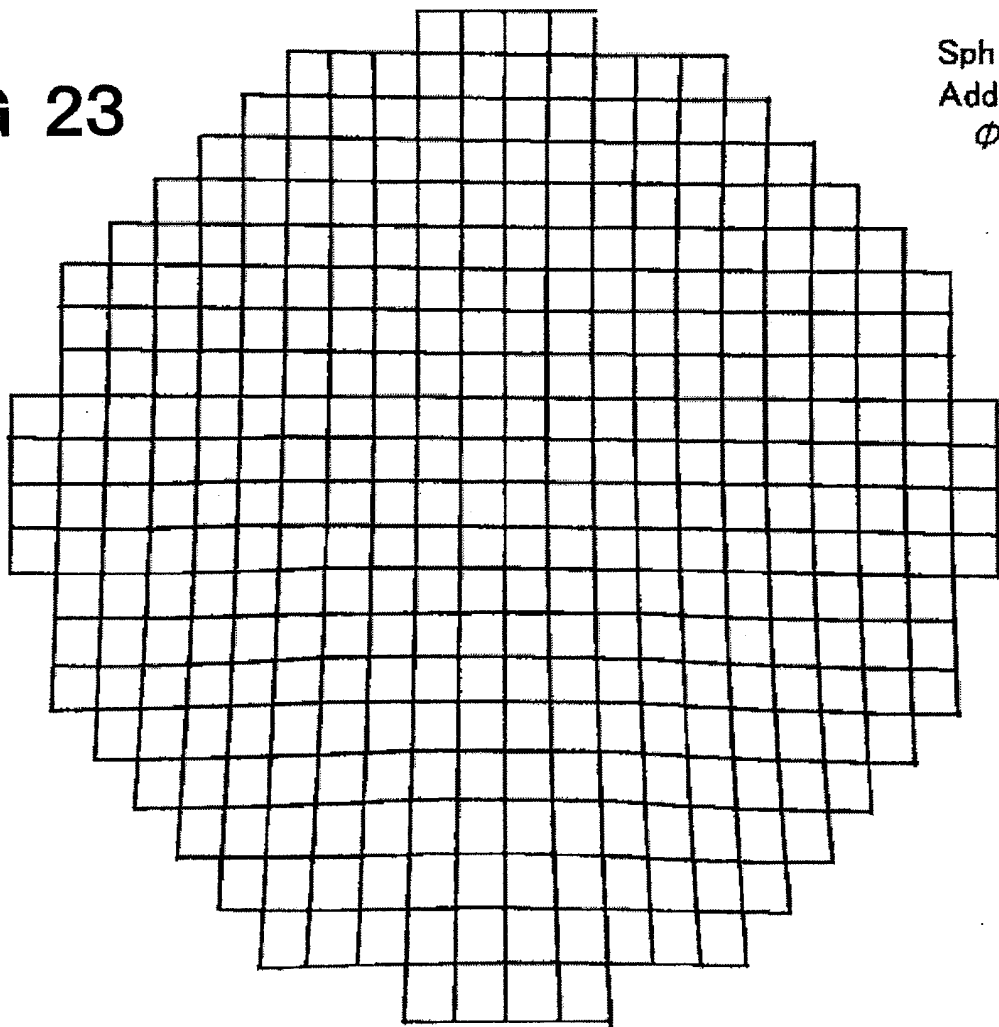


FIG 23



Sph 0dpt  
 Add + 2dpt  
 $\phi$  60mm

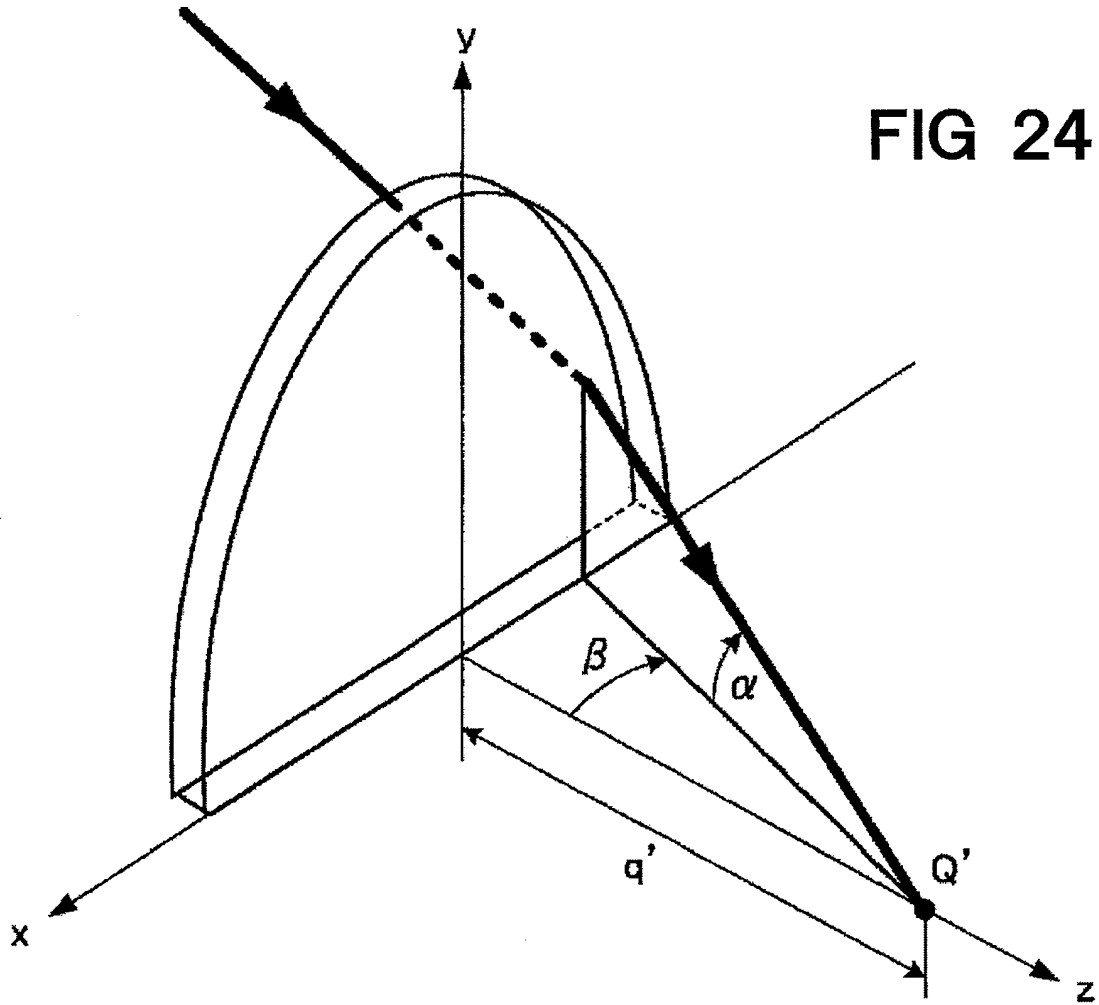


FIG 24

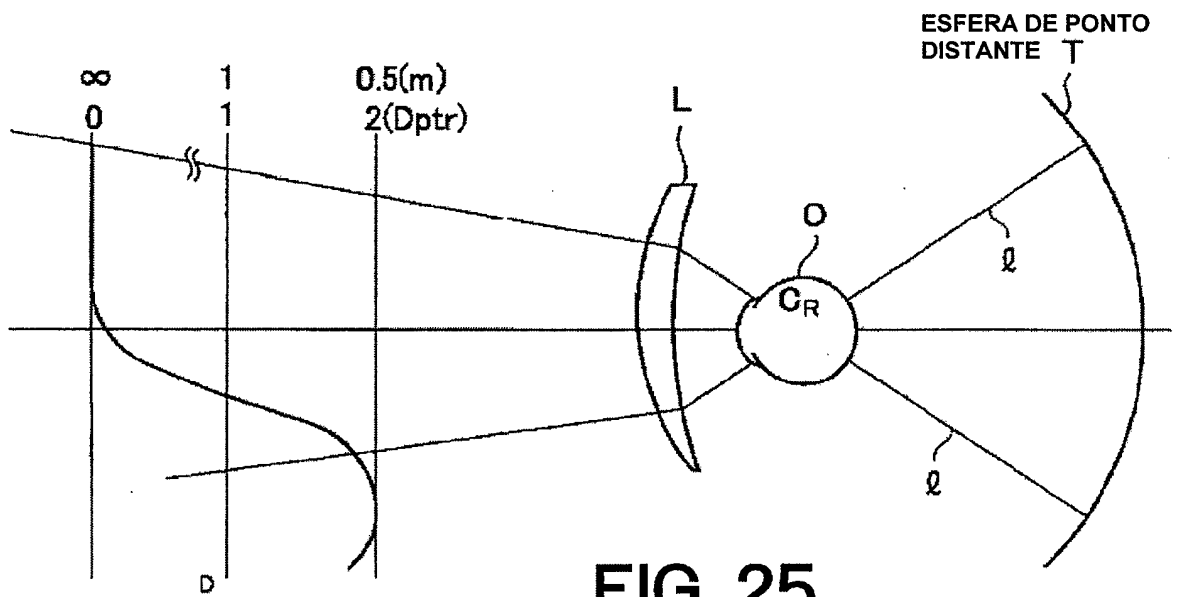
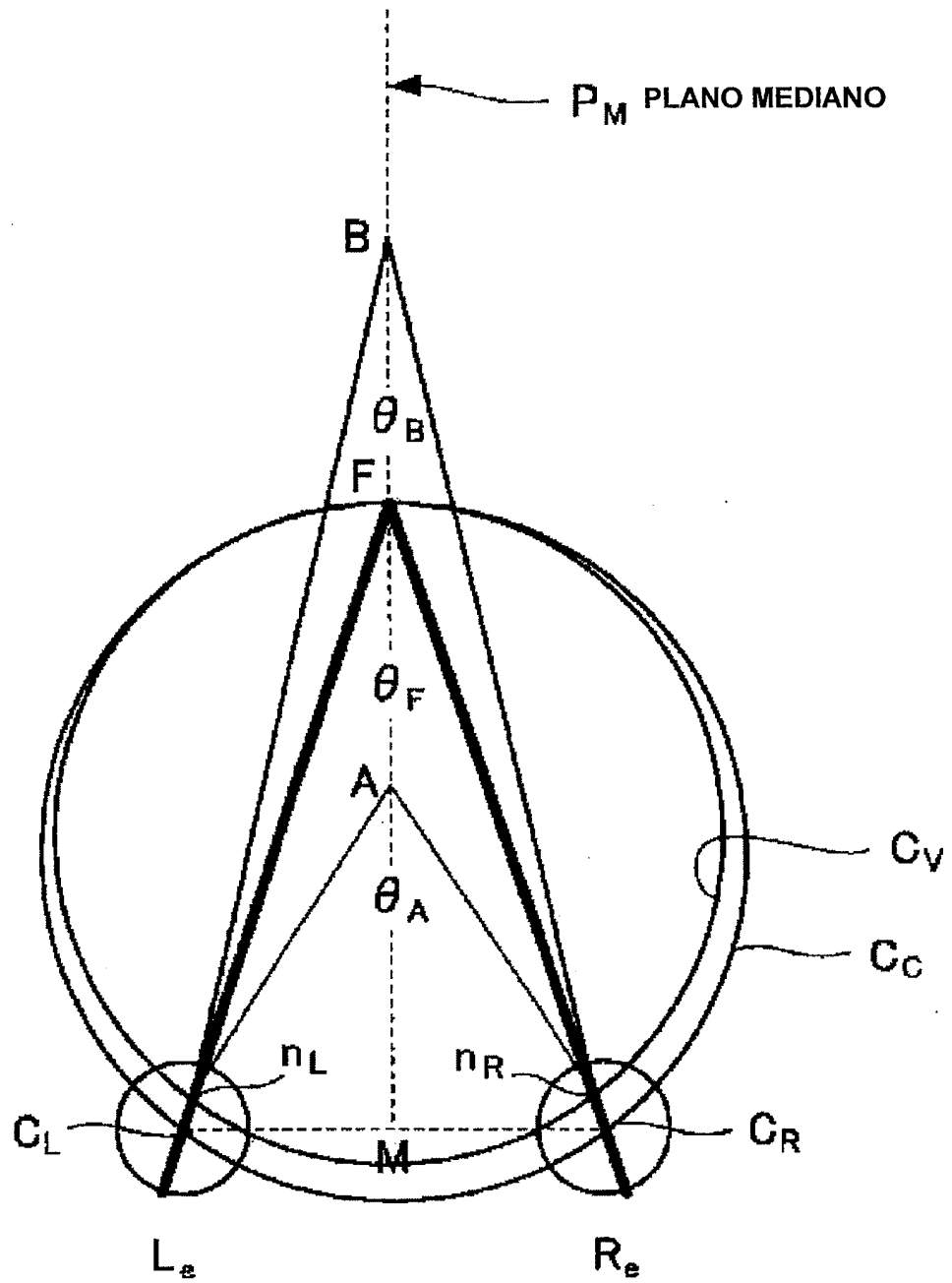


FIG 25



**FIG 26**

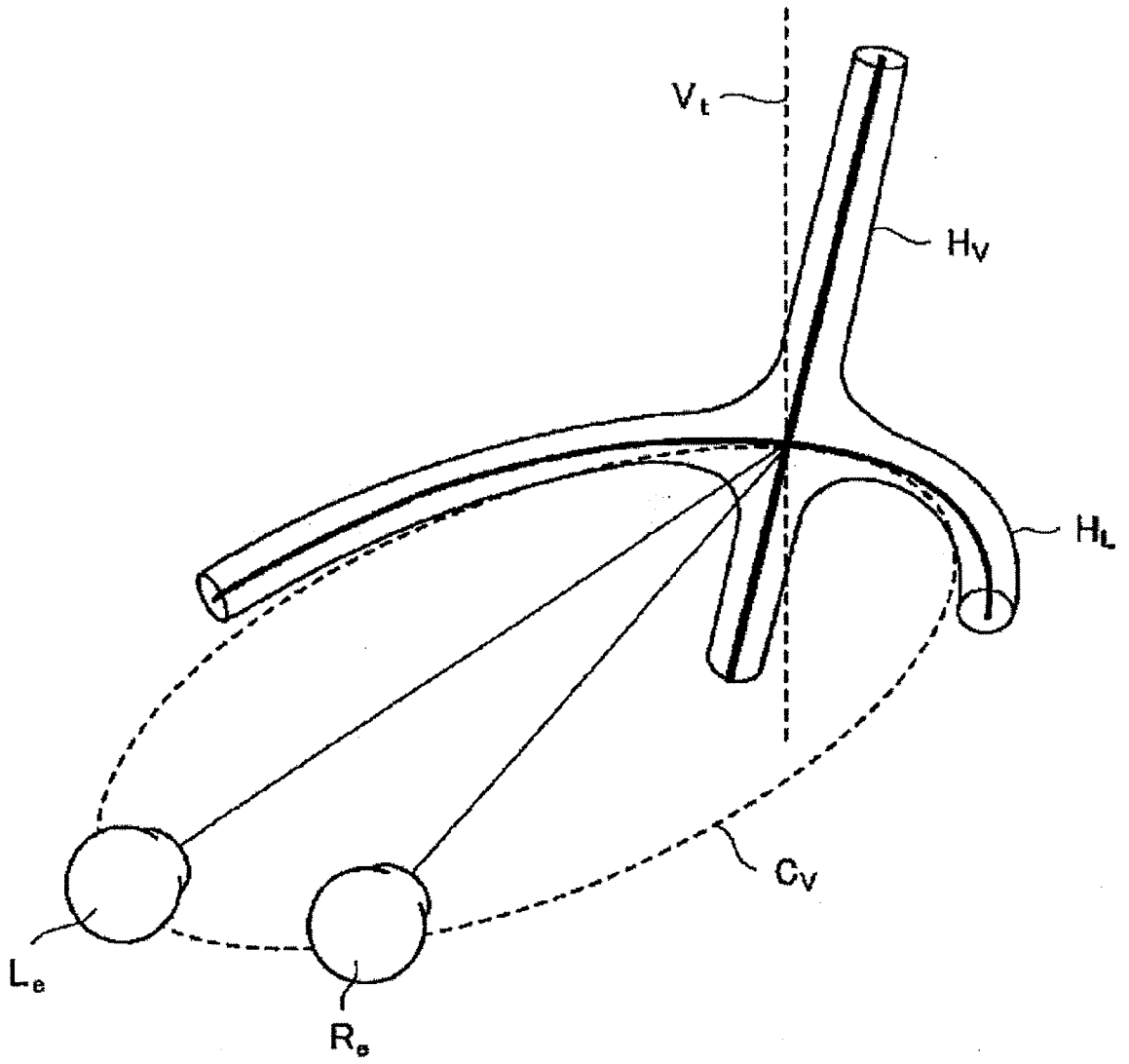


FIG 27