



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0612489-5 A2**

(22) Data de Depósito: 19/06/2006
(43) Data da Publicação: 23/11/2010
(RPI 2081)



(51) *Int.Cl.:*
G02C 7/02

(54) Título: **MÉTODO PARA FORNECIMENTO DE UMA SÉRIE DE LENTE DE ADIÇÃO PROGRESSIVA DE SUPERFÍCIE DUPLA**

(30) Prioridade Unionista: 20/06/2005 US 60/692,085

(73) Titular(es): ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GENERALE D'OPTIQUE)

(72) Inventor(es): BENJAMIN WOOLEY, JIM MERRITT, JING WANG, PIERRE GERLIGAND, SHYAMY SASTRY

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT IB2006002487 de 19/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/004071 de 11/01/2007

(57) Resumo: MÉTODO PARA FORNECIMENTO DE UMA SÉRIE DE LENTE DE ADIÇÃO PROGRESSIVA DE SUPERFÍCIE DUPLA. A presente invenção refere-se ao projeto de moldes de lente de óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) compreendendo a determinação de uma faixa de prescrição a partir de um primeiro conjunto de primeiros projetos para produção de um segundo conjunto de primeiros projetos satisfazendo a faixa de prescrição, a determinação de uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos, e utilizando a superfície comum para produzir um conjunto de segundos projetos satisfazendo a faixa de prescrição.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA FORNECIMENTO DE UMA SÉRIE DE LENTE DE ADIÇÃO PROGRESSIVA DE SUPERFÍCIE DUPLA"**.

Campo Técnico

5 A presente invenção refere-se a lentes oftálmicas multifocais. Em particular, a invenção fornece métodos para o projeto e fabricação de lentes de adição progressiva de superfície dupla.

Antecedentes

10 O uso de lentes oftálmicas para a correção de ametropia é bem-conhecido. Por exemplo, lentes multifocais, tais como as lentes de adição progressiva ("PALs") são utilizadas para o tratamento de presbyopia. As PALs possuem pelo menos uma superfície progressiva que fornece visão de longe, intermediária e de perto em uma progressão contínua gradual de aumento vertical da energia dióptrica do foco de longe para perto.

15 Um tipo de PAL é uma PAL de superfície dupla, ou adição dupla, na qual ambas as superfícies dianteira e traseira são superfícies progressivas. Nos métodos de produção convencionais, um molde de lente, uma primeira superfície do qual tem um projeto progressivo singular, é necessário para cada potência adicionada. Uma segunda superfície progressiva é combinada com cada primeira superfície para produzir a lente. As primeiras superfícies não podem ser utilizadas além de com a segunda superfície específica com a qual são combinadas e não podem ser utilizadas para produzir lentes adicionais duplas de projeto alternativo.

Sumário

25 Em alguns aspectos da invenção, um método de projeto de moldes para lentes de óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) compreendendo a determinação de uma faixa de prescrição de um primeiro conjunto de primeiros projetos para produzir um segundo conjunto de primeiros projetos satisfazendo a faixa de prescrição, determinando uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos, e utilizando a superfície comum para produzir um conjunto de segundos projetos satisfazendo a faixa de prescrição.

Em algumas modalidades, os projetos podem compreender comprimentos de canal, projetos duros ou macios, progressões de energia através de um canal abaixo de um ponto de referência próximo, desempenho à distância, desempenho intermediário e/ou desempenho de perto.

- 5 Em algumas modalidades, os projetos podem compreender métodos de determinação de potências adicionadas, as potências adicionadas descritas por um ou mais dentre: adições de vértice dianteiro, adições de vértice traseiro, adições efetivas, formato de aro, tamanho de aro, assimetria de projeto, otimização de desempenho com base na espessura e prisma da lente, e preferências de visão de paciente mensuráveis.

- 10 Em algumas modalidades, o projeto pode compreender uma ou mais curvas de base e/ou uma ou mais potências adicionadas. A mais de uma potência de adição pode ter a mesma curva de base. A mais de uma curva de base pode ter a mesma potência adicionada. As potências adicionadas podem ser divididas entre as superfícies dianteira e traseira da lente. O conjunto de segundos projetos pode ser menor do que o segundo conjunto de primeiros projetos. O projeto pode ser analisado utilizando análise de rastreamento de raio.

- 20 Em algumas modalidades, uma superfície das lentes de adição progressiva de superfície dupla pode ser uma superfície progressiva. Uma superfície da lente de adição progressiva de superfície dupla pode ser uma superfície esférica. A produção de um conjunto de segundos projetos pode ser encontrada utilizando-se a equação:

- 25
$$\text{Second_member}^i_{\text{base}^j_{\text{add}}^k} = \text{SSDe_member}^i_{\text{base}^j_{\text{add}}^k} - \text{Common_First_base}^i_{\text{add}}^k + \text{Second_Spherical_member}^i_{\text{base}^j_{\text{add}}^k}$$
 onde $\text{Second_member}^i_{\text{base}^j_{\text{add}}^k}$ é a segunda superfície para o elemento i ;

- 30 $\text{SSDe_member}^i_{\text{base}^j_{\text{add}}^k}$ é o projeto de superfície única equivalente para o elemento i criado a partir do projeto criado na segunda etapa do método da invenção;

$\text{Common_First_base}^i_{\text{add}}^k$ é a primeira superfície comum desenhada criada na terceira etapa do método da invenção; e

Second_Spherical_memberⁱ_baseⁱ_add^k é a parte esférica de Second_memberⁱ_baseⁱ_add^k.

Em algumas modalidades, a determinação de se o conjunto de segundos projetos satisfaz a faixa de prescrição pode compreender uma análise de se o desempenho de cada lente de Common_Firstⁱ_baseⁱ_add^k e Second_memberⁱ_baseⁱ_add^k está dentro da faixa de prescrição. A análise pode incluir análise de resíduo de raio da lente em uma posição "como usada". A análise pode incluir uma análise de tolerância de desempenho da superfície comum através de toda a faixa do conjunto de segundos projetos.

Em algumas modalidades, a análise pode simular a produção de um grande número de lentes com um ou mais erros de fabricação. Os erros de fabricação podem incluir inclinação de superfície, descentralização de superfície, e/ou erros de figura de superfície. As distribuições estatísticas conhecidas podem ser aplicadas para gerar os erros de fabricação.

Em algumas modalidades, se o conjunto de segundos projetos não estiver dentro da faixa de prescrição, as etapas do método são repetidas uma ou mais vezes ou até que o conjunto de segundos projetos esteja dentro da faixa de prescrição.

Em algumas modalidades, se o conjunto de segundos projetos não estiver dentro da faixa de prescrição, um Second_memberⁱ_baseⁱ_add^k pode ser otimizado enquanto as superfícies Common_Firstⁱ_baseⁱ_add^k permanecem inalteradas. A otimização pode utilizar traço de raio no qual a segunda superfície é otimizada na posição como usada. Mediante a finalização da otimização, o desempenho de lente é novamente analisado e, se o desempenho novamente for considerado insatisfatório, as etapas anteriores do método podem ser repetidas uma ou mais vezes.

Em algumas modalidades, as lentes do conjunto de segundos projetos podem ser otimizadas utilizando-se a otimização com base em resíduo de raio com cada uma das superfícies traseiras. A otimização pode utilizar a seguinte equação:

$$MF = \sum_i \sum_x \sum_y [w_p(x, y)_i (P(x, y)_i - \Phi(x, y)_i)^2 + w_c(x, y)_i (C(x, y)_i - cyl(x, y)_i)^2]$$

onde i é um elemento do conjunto de projetos, x e y são pontos na superfí-

cie, $\Phi(x,y)$ é a potência calculada em cada ponto (x,y) , $P(x,y)$ é o valor de potência alvo, $cyl(x,y)$ é o cilindro calculado em cada ponto (x,y) , $C(x,y)$ são os cilindros alvo, $w_p(x,y)$ é o peso de potência; e $w_c(x,y)$ é o peso do cilindro. $C(x,y)$ e $cyl(x,y)$ podem ser substituídos por outras medidas de desempenho de lente. A medida de desempenho de lente pode incluir o tamanho de ponto RMS (menor raiz quadrada). As variáveis de otimização podem incluir variáveis que controlam a primeira superfície comum e variáveis que controlam a segunda superfície para cada elemento i do conjunto de segundos projetos. A superfície comum pode ser uma superfície que não se encontra no primeiro conjunto de primeiros projetos nem no segundo conjunto de primeiros projetos. A superfície comum pode ser determinada de acordo com a equação a seguir:

$$\text{Common_First_base}^j_{\text{add}^k} = \text{average}(\text{SSDs_member}^1_{\text{base}^j_{\text{add}^k}} + \text{SSDs_member}^2_{\text{base}^j_{\text{add}^k}} + \dots)$$

onde a média é um valor sag de superfície média para cada elemento da curva de base designada e potência adicionada. O valor sag de superfície média pode ser uma média sag de superfície ponto por ponto. Em algumas modalidades, a superfície comum pode ser uma superfície do segundo conjunto de primeiros projetos.

A invenção também se refere à produção de um molde para lente de óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) projetada para compreender a determinação de uma faixa de prescrição de um primeiro conjunto de primeiros projetos para a produção de um segundo conjunto de primeiros projetos que satisfaz a faixa de prescrição, a determinação de uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos, e utilização da superfície comum para produzir um conjunto de segundos projetos que satisfaça a faixa de prescrição.

Os detalhes de uma ou mais modalidades da invenção são apresentados nos projetos em anexo e na descrição abaixo. Outras características, objetivos e vantagens da invenção serão aparentes a partir da descrição e dos projetos, e a partir das reivindicações.

Descrição Detalhada

A presente invenção fornece métodos eficientes para o projeto e fabricação de lentes de adição progressiva. O método da invenção permite a criação de um conjunto de primeiras superfícies que podem ser utilizadas para produzir as lentes de adição progressiva, tal como as lentes de adição dupla, de projetos variados. Por exemplo, o método da invenção pode ser utilizado para fornecer um ou mais dentre uma faixa de comprimentos de canal, projetos duros e macios, escolhas alternativas de projeto com várias progressões de potência através do canal sob o ponto de referência próximo, escolhas alternativas de projeto para um desempenho de visão de longe, intermediário e de perto, escolhas alternativas de como a potência de adição é determinada para incluir a adição de lente fornecida pelo vértice dianteiro, vértice traseiro e adições efetivas, formato e tamanho de aro, assimetria de projeto, otimização de desempenho com base na espessura e prisma da lente, e preferências de visão de paciente mensuráveis. Adicionalmente, o primeiro conjunto de superfícies é projetado de forma que uma superfície cubra uma faixa de potências de adição reduzindo, assim, o número de moldes de lente necessários para se produzir as lentes.

Para fins da invenção, por "superfície de adição progressiva" ou "superfície progressiva" se deseja significar uma superfície anesférica contínua possuindo zonas de visualização de longe e de perto, e uma zona de potência dióptrica crescente conectando as zonas de longe e de perto. Os versados na técnica reconhecerão que, se a superfície progressiva for a superfície convexa da lente, a curvatura da zona de visão de longe será inferior à da curvatura de zona de perto e se a superfície progressiva for a superfície côncava da lente, a curvatura de longe será maior do que a da zona de perto.

Por "superfície de adição progressiva" ou "superfície progressiva" se deseja significar uma superfície anesférica contínua possuindo zonas de visualização de longe e de perto, e uma zona de potência dióptrica crescente conectando as zonas de longe e de perto. Os versados na técnica reconhecerão que, se a superfície progressiva for a superfície convexa da lente, a curvatura da zona de visão de longe será inferior à curvatura de zona

54
R

de perto e se a superfície progressiva for a superfície côncava da lente, a curvatura de distancia será maior do que a da zona de perto.

Por "canal" se deseja significar um corredor de visão a largura do qual é a área de visão que é livre do astigmatismo indesejado. Quando o
5 olho do usuário está varrendo através da zona de visão intermediária para a zona de visão de perto e de volta, o comprimento é a área entre o ponto de encaixe e o ponto ao longo do meridiano principal da lente no qual a potência alcança 85% da potência adicional da lente.

Na primeira etapa do método da invenção, uma pluralidade de
10 curvas de base e potências de adição são selecionadas para um primeiro conjunto de superfícies progressivas. Nos métodos convencionais, seis curvas de base seriam tipicamente fornecidas para cada potência adicional. No entanto, no método da invenção, e como exemplificado na Tabela 1, a mesma curva de base é fornecida para mais de uma potência adicional. A mes-
15 ma potência adicional pode ser fornecida por mais de uma curva de base.

Por "curvas de base" se deseja significar os aspectos que descrevem a curvatura presente em cada ponto do projeto de superfície. O projeto é uma combinação das curvas de base. As curvas de base podem ser como descrito por um raio de curvatura para cada coordenada (x,y).

20 Tabela 1

Superfície Dianteira 1	Potências Adicionais: 1; 1,25; 1,5 dióptrica Potências de esfera: -5 a -10 dióptrica
Superfície Dianteira 2	Potências Adicionais: 1; 1,25; 1,5 dióptrica Potências de esfera: -1 a -4,75 dióptrica
Superfície Dianteira 3	Potências Adicionais: 1; 1,25; 1,5 dióptrica Potências de esfera: 2 a -0,75 dióptrica
Superfície Dianteira 4	Potências Adicionais: 1; 1,25; 1,5 dióptrica Potências de esfera: 4 a 2,25 dióp-

	trica
Superfície Dianteira 5	Potências Adicionais: 1; 1,25; 1,5 dióptrica Potências de esfera: 6 a 3,75 dióptrica
Superfície Dianteira 6	Potências Adicionais: 1; 1,25; 1,5 dióptrica Potências de esfera: 8 a 6,25 dióptrica
Superfície Dianteira 7	Potências Adicionais: 1,75; 2; 2,25 dióptrica Potências de esfera: -5 a -10 dióptrica
Superfície Dianteira 8	Potências Adicionais: 1,75; 2; 2,25 dióptrica Potências de esfera: -1 a -4,75 dióptrica
Superfície Dianteira 9	Potências Adicionais: 1,75; 2; 2,25 dióptrica Potências de esfera: 2 a -0,75 dióptrica
Superfície Dianteira 10	Potências Adicionais: 1,75; 2; 2,25 dióptrica Potências de esfera: 4 a 2,25 dióptrica
Superfície Dianteira 11	Potências Adicionais: 1,75; 2; 2,25 dióptrica Potências de esfera: 6 a 3,75 dióptrica
Superfície Dianteira 12	Potências Adicionais: 1,75; 2; 2,25 dióptrica Potências de esfera: 8 a 6,75 dióptrica
Superfície Dianteira 13	Potências Adicionais: 2,5, 2,75, 3 dióptrica Potências de esfera: -5 a -10 dióptrica
Superfície Dianteira 14	Potências Adicionais: 2,5, 2,75, 3 dióptrica Potências de esfera: -1 a -4,75 dióptrica
Superfície Dianteira 15	Potências Adicionais: 2,5, 2,75, 3

96
12

	dióptrica Potências de esfera: 2 a -0,75 dióptrica
Superfície Dianteira 16	Potências Adicionais: 2,5, 2,75, 3 dióptrica Potências de esfera: 4 a 2,25 dióptrica
Superfície Dianteira 17	Potências Adicionais: 2,5, 2,75, 3 dióptrica Potências de esfera: 6 a 3,75 dióptrica
Superfície Dianteira 18	Potências Adicionais: 2,5, 2,75, 3 dióptrica Potências de esfera: 8 a 6,25 dióptrica

A potência adicionada que é aplicada às superfícies dianteira e traseira para fornecer a potência adicionada prescrita total para um projeto de adição dupla é dividida entre as superfícies dianteira e traseira. No método da invenção, a divisão não precisa ser constante pela curva de base ou pela potência adicionada, como exemplificado na Tabela 2, onde uma possibilidade para a divisão de potência adicionada entre a frente e a trás para as 18 superfícies ilustradas na Tabela 1 é fornecida.

Tabela 2

Add Rx	←-----Myopes-----→						←----- hyperopes-----→					
	Potência Base 2.00D		Potência Base 3,50D		Potência Base 5.00D		Potência Base 6,5D		Potência Base 7,75D		Potência Base 8,75D	
	Add	Add	Add	Add	Add	Add	Add	Add	Add	Add	Add	Add
	Diant	Tras	Diant	Tras	Diant	Tras	Diant	Tras	Diant	Tras	Diant	Tras
1	0,2	0,8	0,3	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4	0,7	0,3
1,25	0,2	1,05	0,3	0,95	0,4	0,85	0,5	0,75	0,6	0,85	0,7	0,55
1,5	0,2	1,3	0,3	1,2	0,4	1,1	0,5	1	0,6	0,9	0,7	0,8
1,75	0,7	1,05	0,8	0,95	0,9	0,85	1	0,75	1,1	0,65	1,2	0,55
2	0,7	1,3	0,8	1,2	0,9	1,1	1	1	1,1	0,9	1,2	0,8
2,25	0,7	1,55	0,8	1,45	0,9	1,35	1	1,25	1,1	1,15	1,2	1,05
2,5	1,2	1,3	1,3	1,2	1,4	1,1	1,5	1	1,6	0,9	1,7	0,8
2,75	1,2	1,55	1,3	1,45	1,4	1,35	1,5	1,25	1,6	1,15	1,7	1,05
3	1,2	1,8	1,3	1,7	1,4	1,6	1,5	1,5	1,6	1,4	1,7	1,3

Como ilustrado na Tabela 2, um grande número de moldes é necessário para se acomodar uma faixa de prescrição determinada. Por e-

xemplo, para se cobrir as prescrições de miopia com uma faixa de potência adicional de 1 a 1,5, três moldes são necessários: um com uma adição dianteira de 0,2 e uma adição traseira de 0,8, um com a adição dianteira de 0,2 e uma adição traseira de 1,05 e um com uma adição dianteira de 0,2 e uma adição traseira de 1,3. Subseqüentemente, para se cobrir as faixas de potência adicionada de 1 a 3 e faixa de potência de base de 2 a 8, 75, 54 moldes são necessários. Esse número é aumentado ainda mais pela necessidade de distinções entre a lente esquerda e a direita.

O método a seguir reduz o número de moldes necessários para se cobrir essas faixas de prescrição. Utilizando-se as curvas de base e as potências de adição selecionadas na primeira etapa do método, cada lente em um conjunto de lentes que cobre uma faixa de prescrição desejada é fornecida utilizando-se qualquer método de projeto conhecido como, por exemplo, na patente U.S. No. 6.302.540 e pedido de patente U.S. No. 10/606.391 incorporados aqui em sua totalidade por referência. No caso ilustrativo de uma lente de adição dupla, cada lente fornecida terá um projeto singular para cada curva de base e potência adicionada e pode ser designada como:

$$\text{Dual_member}^i_base^j_add^k$$

20 onde: _____

i é o elemento do conjunto de lentes;

j é uma curva de base; e

k é uma potência adicionada.

Alternativamente, se a lente for uma lente progressiva na qual apenas uma superfície é uma superfície progressiva, cada lente será designada como:

$$\text{SSD_member}^i_base^j_add^k$$

onde:

i é o elemento de conjunto de lentes;

j é uma curva de base; e

k é uma potência adicionada.

Cada um dos projetos de lente individuais então pode ser anali-

sado por desempenho utilizando-se qualquer método conveniente tal como, por exemplo, a análise de traço de raio.

Na terceira etapa da invenção, uma superfície é selecionada dentre as lentes criadas na etapa anterior para cada curva de base j e potência adicional k . Essa superfície será utilizada como uma superfície comum para cada curva de base e potência adicionada selecionada na primeira etapa do método da invenção.

Uma pluralidade de segundas superfícies a ser utilizada com a superfície comum é então criada. Qualquer método de projeto adequado pode ser utilizado para a criação da segunda superfície. Por exemplo, no caso no qual a lente é uma lente de adição dupla, as considerações podem ser feitas no sentido de, para cada lente de superfície dupla, existir uma superfície de lente equivalente a qual é uma superfície progressiva e uma superfície que é uma superfície esférica. Essa lente equivalente pode ser encontrada por qualquer método conhecido incluindo, sem limitação, adição sag ou o método descrito no pedido de patente U.S. N. 10/870.080, incorporado aqui em sua totalidade por referência. A superfície equivalente pode ser designada como:

$SSDe_member^i_base^j_add^k$

onde:

i é um elemento do conjunto de lentes;

j é uma curva de base; e

k é uma potência adicionada.

Por "adição de sag" se deseja significar que duas superfícies podem ser adicionadas de forma que o ponto resultante seja a soma dos pontos correspondentes das duas superfícies. De outra forma, " $z(x,y)$ da superfície 3" = " $z(x,y)$ da superfície 1" + " $z(x,y)$ da superfície 2".

A segunda superfície a ser criada é então encontrada utilizando-se a equação a seguir:

$$Second_member^i_base^j_add^k = SSDe_member^i_base^j_add^k - Common_First_base^j_add^k + Second_Spherical_member^i_base^j_add^k$$

onde:

$\text{Second_member}^i_base^j_add^k$ é a segunda superfície para o elemento i ;

$\text{SSDe_member}^i_base^j_add^k$ é o projeto de superfície única equivalente para o elemento i criado a partir do projeto criado na segunda etapa do método da invenção;

- 5 $\text{Common_First_base}^j_add^k$ é a primeira superfície comum projetada criada na terceira etapa do método da invenção; e

$\text{Second_Spherical_member}^i_base^j_add^k$ é a parte esférica do $\text{Second_member}^i_base^j_add^k$.

- 10 Para continuar com o exemplo anterior, o objetivo é reduzir os três projetos em um projeto para a frente. Um projeto é designado ou, em alguns casos, gerado para produzir o projeto comum. A seguir, uma segunda superfície é criada para ser utilizada com a frente comum. Essa segunda superfície e a frente comum juntas produzem um único molde de lente.

- 15 Na etapa a seguir do método da invenção, o desempenho de cada lente de $\text{Common_First_base}^j_add^k$ e $\text{Second_element}^i_base^j_add^k$ dentro da faixa de prescrição completa é analisado. Preferivelmente, a análise é realizada utilizando-se a análise de traço de raio da lente na posição "como usada". Mais preferivelmente, a análise inclui uma análise de tolerância para garantir que a primeira superfície comum tenha um desempenho
- 20 satisfatório através de toda a faixa dos segundos projetos de superfície. Preferivelmente, essa análise é realizada simulando a produção de um grande número de lentes com os erros de fabricação incluindo, sem limitação, inclinação de superfície, descentralização de superfície, e erros de figura de superfície, aplicados de acordo com as distribuições estatísticas conhecidas.
- 25 Essa análise é então comparada com a análise realizada para os projetos criados na segunda etapa do método da invenção a fim de se garantir que cada lente através da faixa de prescrição tenha um desempenho satisfatório utilizando-se o conjunto de primeiras superfícies comuns.

- 30 Se a análise demonstrar que o desempenho da lente não é satisfatório, as etapas do método podem ser repetidas até que um resultado de desempenho satisfatório seja obtido. Alternativamente, a segunda superfície, ou $\text{Second_member}^i_base^j_add^k$, pode ser otimizado enquanto as superfícies

cies $\text{Common_First_base}^j_add^k$ permanecem inalteradas. Preferivelmente, a otimização é realizada através de um rastreamento de raio no qual a segunda superfície é otimizada na posição como usada. Uma vez que a otimização está completada, o desempenho da lente é novamente analisado e, se o desempenho novamente for considerado insatisfatório, as etapas anteriores do método podem ser repetidas.

Para se continuar o exemplo, no caso de prescrições para mioopia com uma faixa de potência adicionada de 1 a 1,5, os projetos de três moldes são analisados. Uma superfície comum é gerada utilizando-se essas três superfícies com o objetivo de produzir uma segunda superfície capaz de acomodar toda a faixa de adição de 1 a 1,5. A superfície comum pode ser a superfície que acomodou originalmente a potência base de 2 com uma adição dianteira de 0,2 e uma adição traseira de 1,05. A superfície comum também pode ser uma superfície que não é uma das três superfícies originais. Uma vez que uma superfície comum é gerada (ou selecionada em alguns casos), a superfície comum é utilizada para gerar uma segunda superfície capaz de acomodar toda a faixa de adição de 1 a 1,5. As curvas de base da segunda superfície são otimizadas para acomodar a faixa. Visto que essa segunda superfície é capaz de acomodar toda a faixa de adição originalmente exigindo três moldes de adição, o número de moldes necessário para se cobrir várias faixas de prescrição é reduzido.

Alternativamente, a superfície comum pode ser otimizada utilizando-se a otimização com base em traço de raio com cada uma das superfícies traseiras. O conjunto de lentes pode ser otimizado simultaneamente pela utilização da seguinte equação (função de mérito):

$$MF = \sum_i \sum_x \sum_y [w_p(x,y)_i (P(x,y)_i - \Phi(x,y)_i)^2 + w_c(x,y)_i (C(x,y)_i - cyl(x,y)_i)^2]$$

onde:

i é um elemento do conjunto de projetos;

x e y são pontos na superfície;

$\Phi(x,y)$ é a potência calculada em cada ponto (x,y);

P(x,y) é o valor de potência alvo;

cyl(x,y) é o cilindro calculado em cada ponto (x,y);

$C(x,y)$ são cilindros alvo;

$w_p(x,y)$ é o peso de potência; e

$w_c(x,y)$ é o peso de cilindro.

- 5 $C(x,y)$ e $cyl(x,y)$ podem ser substituídos por outras medidas de desempenho de lente incluindo, sem limitação, o tamanho de ponto RMS (menor raiz quadrada). As variáveis de otimização incluem as que controlam a primeira superfície comum e a segunda superfície comum para cada elemento i do conjunto de projetos.

- 10 Como uma alternativa para a realização da terceira etapa do método da invenção, a primeira superfície comum pode ser uma superfície que é criada. Por exemplo, se as lentes dentro do conjunto criado na segunda etapa do método forem lentes de adição dupla, então um conjunto de lentes de superfície progressiva única equivalente ao conjunto de lentes de adição dupla pode ser criado. Para cada lente no conjunto original de lentes de adição dupla, existe agora um SSDe, ou arquivo de projeto equivalente, correspondente às curvas de base selecionadas na primeira etapa se o método e cada potência adicional das lentes for escalonada para ser a potência adicional selecionada na primeira etapa resultando em SSDs_member^{*i*}_base^{*j*}_add^{*k*}. A superfície comum é então determinada de acordo com a equação a seguir:

$$\text{Common_First_base}^j_{\text{add}^k} = \text{average}(\text{SSDs_member}^1_{\text{base}^j_{\text{add}^k}} + \text{SSDs_member}^2_{\text{base}^j_{\text{add}^k}} + \dots)$$

A média é o valor sag de superfície média, ponto por ponto, para cada elemento para a curva de base e potência adicional designadas.

- 25 Um número de modalidades da invenção foi descrito. Não obstante, será compreendido que várias modificações podem ser realizadas sem se distanciar do espírito e escopo da invenção. De acordo, outras modalidades se encontram no escopo das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para projeto de moldes de lente para óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) compreendendo a determinação de uma faixa de prescrição a partir de um primeiro conjunto de
5 primeiros projetos para produzir um segundo conjunto de primeiros projetos que satisfaça a faixa de prescrição, a determinação de uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos, e utilização da superfície comum para produção de um conjunto de segundos projetos que satisfaça a faixa de prescrição.
- 10 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros projetos compreendem comprimentos de canal.
3. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros projetos compreendem projetos duros e macios.
4. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros
15 projetos compreendem progressões de potência através de um canal abaixo de um ponto de referência próximo.
5. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros projetos compreendem um ou mais dentre: desempenho à distância; desempenho intermediário; desempenho de perto.
- 20 6. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros projetos compreendem métodos para a determinação de potências adicionais, as potências adicionais descritas por um ou mais dentre: adições de vértice dianteiro, adições de vértice traseiro, formato de aro, tamanho de aro, assimetria de projeto, otimização de desempenho com base na espessura e
25 prisma da lente, e preferências de visão do paciente mensuráveis.
7. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o primeiro projeto compreende uma ou mais curvas base e/ou uma ou mais potências adicionais.
8. Método, de acordo com a reivindicação 7, no qual a mais de
30 uma potência adicional tem a mesma curva base.
9. Método, de acordo com a reivindicação 7, no qual a mais de uma curva base possui a mesma potência de adição.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, no qual as potências de adição são divididas entre as superfícies dianteira e traseira da lente.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o conjunto de segundos projetos é menor do que o segundo conjunto de primeiros projetos.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros projetos são analisados utilizando-se análise de rastreamento de raio.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual uma superfície da lente de adição progressiva de superfície dupla é uma superfície progressiva.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual uma superfície da lente de adição progressiva de superfície dupla é uma superfície esférica.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a produção de um conjunto de segundos projetos é encontrada utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Second_member}^i_base^j_add^k = \text{SSDe_member}^i_base^j_add^k - \text{Common_First_base}^i_add^k + \text{Second_Spherical_member}^i_base^j_add^k$$

em que:

20 $\text{Second_member}^i_base^j_add^k$ é a segunda superfície para o elemento i;

$\text{SSDe_member}^i_base^j_add^k$ é o projeto de superfície única equivalente para o elemento i criado a partir do projeto criado na segunda etapa do método da invenção;

25 $\text{Common_First_base}^i_add^k$ é a primeira superfície comum projetada criada na terceira etapa do método da invenção; e

$\text{Second_Spherical_member}^i_base^j_add^k$ é a parte esférica de $\text{Second_member}^i_base^j_add^k$.

30 16. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a determinação de se o conjunto de segundos projetos que satisfaz a faixa de prescrição compreende uma análise de se o desempenho da lente de $\text{Common_First}^i_base^j_add^k$ e $\text{Second_member}^i_base^j_add^k$ está dentro da faixa

de prescrição.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual a análise inclui uma análise de resíduo de raio da lente em uma posição "como usada".

5 18. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual a análise inclui uma análise de tolerância do desempenho da superfície comum através de toda a faixa do conjunto de segundos projetos.

19. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual a análise simula a produção de um grande número de lentes com um ou mais erros de
10 fabricação.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, no qual os erros de fabricação incluem um ou mais dentre: inclinação de superfície, descentralização de superfície e erros de figura de superfície.

21. Método, de acordo com a reivindicação 19, no qual os erros
15 de fabricação são aplicados de acordo com distribuições estatísticas conhecidas.

22. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual se o conjunto de segundos projetos não estiver dentro da faixa de prescrição, as etapas do método são repetidas uma ou mais vezes ou até que o conjunto de
20 segundos projetos esteja dentro da faixa de prescrição.

23. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual se o conjunto de segundos projetos não estiver dentro da faixa de prescrição, um $\text{Second_member}^i_base^j_add^k$ é otimizado enquanto as superfícies $\text{Common_First_base}^j_add^k$ permanecem inalteradas.

25 24. Método, de acordo com a reivindicação 23, no qual a otimização utiliza resíduo de raio no qual a segunda superfície é otimizada na posição como usada.

25. Método, de acordo com a reivindicação 23, no qual depois da finalização da otimização, o desempenho da lente é analisado e, se o
30 desempenho novamente for considerado insatisfatório, as etapas anteriores do método são repetidas uma ou mais vezes.

26. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual as lentes

do conjunto de segundos projetos são otimizadas utilizando-se resíduo de raio com base na otimização com cada uma das superfícies posteriores.

27. Método, de acordo com a reivindicação 26, no qual a otimização utiliza a seguinte equação:

$$MF = \sum_i \sum_x \sum_y \left[w_p(x, y)_i (P(x, y)_i - \Phi(x, y)_i)^2 + w_c(x, y)_i (C(x, y)_i - cyl(x, y)_i)^2 \right]$$

em que:

i é um elemento do conjunto de projetos;

x e y são pontos na superfície;

$\Phi(x, y)$ é a potência calculada em cada ponto (x, y);

10 $P(x, y)$ é o valor de potência alvo;

$cyl(x, y)$ é o cilindro calculado em cada ponto (x, y);

$C(x, y)$ são os alvos do cilindro;

$w_p(x, y)$ é o peso de potência; e

$w_c(x, y)$ é o peso de cilindro.

15 28. Método, de acordo com a reivindicação 27, no qual $C(x, y)$ e $cyl(x, y)$ são substituídos por outras medidas de desempenho de lente.

29. Método, de acordo com a reivindicação 28, no qual a medida de desempenho de lente inclui o tamanho de ponto RMS.

20 30. Método, de acordo com a reivindicação 26, no qual as variáveis de otimização incluem variáveis que controlam a primeira superfície comum e as variáveis que controlam a segunda superfície para cada elemento i do conjunto de segundos projetos.

25 31. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a superfície comum é uma superfície que não está em qualquer um dos primeiro conjunto de primeiros projetos ou segundo conjunto de primeiros projetos.

32. Método, de acordo com a reivindicação 31, no qual a superfície comum é determinada de acordo com a seguinte equação:

$$Common_First_base^j_add^k = average(SSDs_member^1_base^j_add^k + SSDs_member^2_base^j_add^k + \dots)$$

30 onde a média é um valor sag de superfície médio para cada elemento da curva base designada e potência adicional.

33. Método, de acordo com a reivindicação 32, no qual o valor

sag de superfície médio é uma média sag de superfície ponto por ponto.

34. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a superfície comum é uma superfície do segundo conjunto de primeiros projetos.

35. Moldes de lente de óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) projetada compreendendo a determinação de uma faixa de prescrição de um primeiro conjunto de primeiros projetos para produção de um segundo conjunto de primeiros projetos satisfazendo a faixa de prescrição, a determinação de uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos, e utilizando a superfície comum para produzir um conjunto de segundos projetos satisfazendo a faixa de prescrição.

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA FORNECIMENTO DE UMA SÉRIE DE LENTE DE ADIÇÃO PROGRESSIVA DE SUPERFÍCIE DUPLA"**.

A presente invenção refere-se ao projeto de moldes de lente de
5 óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) com-
preendendo a determinação de uma faixa de prescrição a partir de um pri-
meiro conjunto de primeiros projetos para produção de um segundo conjunto
de primeiros projetos satisfazendo a faixa de prescrição, a determinação de
uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos,
10 e utilizando a superfície comum para produzir um conjunto de segundos pro-
jetos satisfazendo a faixa de prescrição.

108
12

Novo quadro reivindicatório (total de 34 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações, conforme relatório exame preliminar.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para projeto de moldes de lente para óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) compreendendo:

5 (1) a determinação de uma faixa de prescrição a partir de um primeiro conjunto de primeiros projetos;

(2) a produção de um segundo conjunto de primeiros projetos que satisfaça a faixa de prescrição;

(3) a determinação de uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos, e

10 (4) a produção de um conjunto de segundos projetos satisfazendo a faixa de prescrição, pela utilização da superfície comum como a primeira superfície dos ditos segundos projetos, e a determinação de uma segunda superfície de cada um dos ditos segundos projetos utilizando a equação a seguir:

15
$$\text{Second_member}^i_{\text{base}^j_add^k} - \text{SSDc_member}^i_{\text{base}^j_add^k} - \text{Common_First_base}^j_add^k + \text{Second_Spherical_member}^i_{\text{base}^j_add^k}$$
 onde:

$\text{Common_First_base}^j_add^k$ é a superfície comum determinada na etapa (3), com curva base j e potência adicional k;

20 $\text{Second_member}^i_{\text{base}^j_add^k}$ é a segunda superfície para um elemento i do conjunto de segundos projetos produzidos na etapa (4);

$\text{SSDc_member}^i_{\text{base}^j_add^k}$ é o projeto de superfície única equivalente para o elemento i do conjunto de segundos projetos; e

25 $\text{Second_Spherical_member}^i_{\text{base}^j_add^k}$ é uma parte esférica do $\text{Second_member}^i_{\text{base}^j_add^k}$.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros projetos compreendem comprimentos de canal.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que os primeiros projetos compreendem projetos duros e macios.

30 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual os primeiros projetos compreendem progressões de potência através de um canal abaixo de um ponto de referência próximo.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que os primeiros projetos compreendem um ou mais dentre: desempenho à distância; desempenho intermediário; desempenho de perto.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que os primeiros projetos compreendem métodos para a determinação de potências adicionais, as potências adicionais descritas por um ou mais dentre: adições de vértice dianteiro, adições de vértice traseiro, formato de aro, tamanho de aro, assimetria de projeto, otimização de desempenho com base na espessura e prisma da lente, e preferências de visão do paciente mensuráveis.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro projeto compreende uma ou mais curvas base e/ou uma ou mais potências adicionais.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que a mais de uma potência adicional tem a mesma curva base.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que a mais de uma curva base possui a mesma potência de adição.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que as potências de adição são divididas entre as superfícies dianteira e traseira da lente.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o conjunto de segundos projetos é menor do que o segundo conjunto de primeiros projetos.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que os primeiros projetos são analisados utilizando-se análise de rastreamento de raio.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que uma superfície da lente de adição progressiva de superfície dupla é uma superfície progressiva.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que uma superfície da lente de adição progressiva de superfície dupla é uma superfície esférica.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a determinação de se o conjunto de segundos projetos satisfazendo a faixa de prescrição compreende uma análise de se o desempenho de cada lente de Com-

$mon_First_base^j_add^k$ e $Second_member^i_base^j_add^k$ está dentro da faixa de prescrição.

5 16. Método, de acordo com a reivindicação 15, em que a análise inclui uma análise de resíduo de raio da lente em uma posição “como usada”.

17. Método, de acordo com a reivindicação 15, em que a análise inclui uma análise de tolerância do desempenho da superfície comum através de toda a faixa do conjunto de segundos projetos.

10 18. Método, de acordo com a reivindicação 15, em que a análise simula a produção de um grande número de lentes com um ou mais erros de fabricação.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, em que os erros de fabricação incluem um ou mais dentre: inclinação de superfície, descentralização de superfície e erros de figura de superfície.

15 20. Método, de acordo com a reivindicação 18, em que os erros de fabricação são aplicados de acordo com distribuições estatísticas conhecidas.

20 21. Método, de acordo com a reivindicação 15, em que se o conjunto de segundos projetos não estiver dentro da faixa de prescrição, as etapas do método são repetidas uma ou mais vezes ou até que o conjunto de segundos projetos esteja dentro da faixa de prescrição.

25 22. Método, de acordo com a reivindicação 15, em que se o conjunto de segundos projetos não estiver dentro da faixa de prescrição, um $Second_member^i_base^j_add^k$ é otimizado enquanto as superfícies $Common_First_base^j_add^k$ permanecem inalteradas.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, em que a otimização utiliza resíduo de raio no qual a segunda superfície é otimizada na posição como usada.

30 24. Método, de acordo com a reivindicação 22, em que depois da finalização da otimização, o desempenho da lente é analisado e, se o desempenho novamente for considerado insatisfatório, as etapas anteriores do método são repetidas uma ou mais vezes.

25. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que as lentes do conjunto de segundos projetos são otimizadas utilizando-se resíduo de raio com base na otimização com cada uma das superfícies posteriores.

26. Método, de acordo com a reivindicação 25, em que a otimização utiliza a seguinte equação:

$$MF = \sum_i \sum_x \sum_y \left[w_p(x, y)_i (P(x, y)_i - \Phi(x, y)_i)^2 + w_c(x, y)_i (C(x, y)_i - cyl(x, y)_i)^2 \right]$$

onde:

i é um elemento do conjunto de projetos;

x e y são pontos na superfície;

10 $\Phi(x, y)$ é a potência calculada em cada ponto (x, y);

P(x, y) é o valor de potência alvo;

cyl(x, y) é o cilindro calculado em cada ponto (x, y);

C(x, y) são os alvos do cilindro;

w_p(x, y) é o peso de potência; e

15 W_c(x, y) é o peso de cilindro.

27. Método, de acordo com a reivindicação 26, em que C(x, y) e cyl(x, y) são substituídos por outras medidas de desempenho de lente.

28. Método, de acordo com a reivindicação 27, em que a medida de desempenho de lente inclui o tamanho de ponto RMS.

20 29. Método, de acordo com a reivindicação 25, em que as variáveis de otimização incluem variáveis que controlam a primeira superfície comum e as variáveis que controlam a segunda superfície para cada elemento i do conjunto de segundos projetos.

25 30. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a superfície comum é uma superfície que não está em qualquer um dos primeiro conjunto de primeiros projetos ou segundo conjunto de primeiros projetos.

31. Método, de acordo com a reivindicação 30, em que a superfície comum é determinada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Common_First_base}^j_add^k = \text{average}(\text{SSDs_member}^1_base^j_add^k + \text{SSDs_member}^2_base^j_add^k + \dots)$$

30 onde a média é um valor sag de superfície médio para cada elemento da curva base designada e potência adicional.

32. Método, de acordo com a reivindicação 31, em que o valor sag de superfície médio é uma média sag de superfície ponto por ponto.

33. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a superfície comum é uma superfície do segundo conjunto de primeiros projetos.

5

34. Moldes de lente de óculos para uma lente de adição progressiva de superfície dupla (PAL) projetada compreendendo a determinação de uma faixa de prescrição de um primeiro conjunto de primeiros projetos para produção de um segundo conjunto de primeiros projetos satisfazendo a faixa de prescrição, a determinação de uma superfície comum utilizando o segundo conjunto de primeiros projetos, e utilizando a superfície comum para produzir um conjunto de segundos projetos satisfazendo a faixa de prescrição.

10