

**DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO**

N.º 97.656

**REQUERENTE: IOLAB CORPORATION, norte-americana, estabele-
cida em 500 Iolab Drive, Claremont, Califórnia
91711, Estados Unidos da América.**

**EPÍGRAFE: "LENTES OFTÁLMICAS MULTIFOCALIS DIFRACTIVAS MUL-
TIZONAS".**

INVENTORES: Donn M. Silberman, residente nos E.U.A..

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.

**Estados Unidos da América em 14 de Maio de 1990 sob o nú-
mero de série 523,146.**

Descrição referente à patente de invenção de IOLAB CORPORATION, norte-americana, industrial e comercial, estabelecida em 500 Iolab Drive, Claremont, Califórnia 91711, Estados Unidos da América, (inventor: Donn H. Silberman residente nos E.U.A.), para:
"LENTE MULTIFOCAL PARA A CORRECÇÃO DA VISÃO".

Descrição

A presente invenção refere-se a lentes multifocais para correcção da visão e, mais especificamente, refere-se a lentes bifocais que têm pelo menos uma zona difractiva que é adicionada à potência refractária básica da lente.

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

São conhecidas lentes oftálmicas que têm duas ou mais distâncias focais distintas. Tais lentes têm sido usadas no passado como lentes de contacto que são colocadas na superfície do olho, ou como lentes intraoculares (IOL) implantadas cirurgicamente para substituir a lente do cristalino natural depois da sua remoção, por exemplo na cirurgia de cataratas. As lentes difractivas são bem conhecidas no campo da óptica em geral, mas têm ainda sido pouco usadas como lentes intraoculares ou lentes de contacto. Assim, embora tenham sido apresentadas numerosas concepções para a óptica multifocal para utilização em lentes de contacto e intraoculares, poucas têm sido consideradas práticas de qualquer modo.

As lentes baseadas apenas na refracção têm sido já apresentadas. Por exemplo a patente US 4 636 211, de Nielsen e outros, apresenta uma lente intraocular bifocal que tem visão ao perto orientada concentricamente e visão ao longe obtida por refracção, estando a zona central adaptada para visão ao perto e circundada por uma zona coaxial para visão ao longe. As lentes apresentadas têm forma plano-convexa ou biconvexa. A patente US 4 813 955, de Achatz e outros apresenta uma lente oftálmica artificial multifocal intraocular dividida em zonas para visão a curta e a longa distância, dispostas simetricamente em torno do eixo da lente, que usa a potência refractiva do material da lente e a sua forma para obter visão bifocal.

Conhecem-se também concepções de lentes bifocais que se baseiam exclusivamente nas propriedades refractivas das lentes de Fresnel. Por exemplo, a patente US 4 162 122, de Cohen, apresenta uma lente de contacto bifocal de zonas constituída por uma superfície posterior côncava esférica ou não esférica e uma superfície anterior contínua que está dividida em anéis anulares concéntricos que estão inclinados alternadamente em relação ao eixo óptico, correspondente a curvaturas apropriadas para os focos de visão ao longe e ao perto. As interfaces das zonas anulares são contínuas e não criam quaisquer degraus ou saltos na superfície anterior. Cada zona consiste em apenas um elemento refractivo, formando as zonas uma superfície anterior lisa.

Conhecem-se também lentes que utilizam propriedades combinadas de lentes de Fresnel e placas de Fresnel de zonas e que se baseiam no seu efeito difractivo. A patente US 4 210 391, de Cohen, apresenta lentes ópticas multifocais que têm as suas propriedades multifocais distribuídas por toda a lente. As lentes apresentadas partilham a luz incidente entre os pontos focais, usando uma placa de zona e dividindo a luz incidente em "feixes" discretos, cada um deles dirigido para um ponto focal particular. Esta concepção utiliza elementos quer de lente Fresnel, quer de uma placa de zonas de Fresnel, baseando-se no facto de tais elementos ópticos serem constituídos por anéis ou zonas concéntricas, proporcionando assim desenhos das

lentes com aberrações difractiva e cromática reduzidas. A patente US 4 338 005, de Cohen, também apresenta uma lente de placa de fase multifocal que tem propriedades multifocais distribuídas por toda a lente. A lente apresentada é constituída por zonas concéntricas, cujos diâmetros são derivados da distância focal desejada e do comprimento de onda da luz a focar. A eficácia da lente não se degrada pela sobreposição de imagens confusas nos focos. Também a patente US 4 340 283, de Cohen, apresenta uma construção de placa de zonas multifocal apropriada para ser usada em sistemas ópticos com requisitos multifocais. Uma placa de zonas multifocal com desvio de fase proporciona focos múltiplos ajustando os espaçamentos da placa de zonas de modo tal que os focos da placa de zonas coincidem com os focos da lente de Fresnel multifocal. O ajustamento é obtido por implantação iônica em certas secções da lente, alterando assim o índice de refracção da lente nessa secção.

Adicionalmente, outros tentaram combinar as potências refractiva e difractiva para criar lentes multifocais. A patente US 4 673 697, de Freeman apresenta lentes de contacto multifocais que utilizam difracção e a refracção adicionando potência difractiva à potência refratária básica da lente. A potência difractiva é proporcionada por uma série de zonas concéntricas definidas pelas descontinuidades da superfície ou as variações do índice de refracção. Na aplicação bifocal, a potência difractiva é proporcionada adicionalmente à potência refractiva básica da lente, mantendo-se no entanto a curvatura básica das superfícies dianteira e traseira. As zonas difractivas desviam toda a luz incidente da maneira análoga à de uma placa de zonas de fase (placa de zonas de Fresnel). A patente US 673 697 de Freeman ensina que é importante manter o raio de curvatura da superfície traseira da lente com um valor que mantenha uma concordância estreita com o da córnea. A patente US 4 642 112 de Freeman apresenta lentes oftálmicas artificiais bifocais que utilizam um holograma de transmissão para proporcionar potência difractiva numa base selectiva de comprimentos de onda ou de amplitudes, de uma maneira que é aditiva para a potência refractiva da lente.

Quando se utiliza um elemento de difracção para proporcionar duas distâncias focais separadas, o rendimento teórico máximo é de cerca de 40,5% da luz incidente formando uma imagem em cada distância focal. Portanto, o rendimento global total da lente é cerca de 81%. O restante da luz (cerca de 19%) é disperso em padrões de difracção de ordem superior, degradando assim as imagens formadas, em vez de as melhorar. Portanto, seria desejável proporcionar lentes multifocais que utilizam elementos quer difractivos, quer refractivos e que apresentam uma eficiência global total mais próxima do ideal de 100%.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É portanto um objecto da presente invenção proporcionar uma lente multifocal de elevado rendimento. Por conseguinte, a presente invenção proporciona lentes multifocais de maior rendimento usando pelo menos uma zona difractiva situada numa parte definida da superfície de uma lente refractiva. As lentes de uma primeira forma de realização da presente invenção dividem-se assim em duas áreas, uma primeira área de potência difractiva de elevado rendimento e uma segunda área que não tem substancialmente potência difractiva. Mais preferentemente, as zonas de difracção proporcionam um rendimento substancialmente de 100% na ordem difractiva + 1. As zonas não difractivas permitem que a luz seja transmitida sem desvio apreciável devido à difracção. Mais preferentemente, as zonas têm áreas mais ou menos iguais fazendo assim com que cerca de metade da luz incidente se foque em cada um dos dois planos focais, resultando daí um rendimento global da lente que se aproxima dos 100%.

Numa outra forma de realização preferida, proporcionam-se lentes que têm dois elementos difractivos diferentes dispostos substancialmente através de toda a superfície da lente. Os dois padrões difractivos são diferentes por terem potências difractivas diferentes. Como as potências difractivas são aditivas para uma potência básica da lente, proporcionada pela lente na qual estão dispostos os elementos difractivos, obtém-se uma lente multifocal com uma potência adequada e um elevado rendimento. Por exemplo, podem proporcionar-se zonas alta-

mente eficientes com potências difractivas de cerca de 10 dioptérias e 14 dioptérias para visão ao pé e ao longe, respectivamente. Estas potências difractivas são aditivas para a potência refratária básica da lente na qual são colocadas, por exemplo uma lente biconvexa de 10 dioptérias. Assim, neste exemplo, proporcionam-se uma potência óptica de 20 dioptérias para visão a grande distância e 25 dioptérias para visão a curta distância. Como as zonas difractivas são de preferência elementos difractivos de elevado rendimento, proporciona-se uma lente bifocal que se aproxima do rendimento de 100%.

DESCRICAÇÃO DOS DESENHOS

As figuras dos desenhos representam:

A fig. 1, um gráfico do rendimento óptico de um elemento de lente difractivo;

A fig. 2, uma vista em planta de uma forma de realização preferida de uma lente feita segundo a presente invenção, que possui dois elementos difractivos divididos numa zona anular e uma zona circular;

A fig. 3, uma vista em planta de uma outra forma de realização preferida de uma lente feita segundo a presente invenção, que tem um único elemento difractivo constituído por uma zona anular;

A fig. 4, uma vista em planta de uma forma de realização preferida da presente invenção que tem dois elementos difractivos, cada um dividido em duas zonas;

A fig. 5, uma vista em planta de uma lente intraocular feita segundo a presente invenção que tem uma zona de visão ao longe e uma zona de visão ao perto, definidas bissecionando a lente;

A fig. 6, uma vista em planta de uma lente intraocular feita segundo a presente invenção que tem uma zona de ver ao longe e uma zona de ver ao perto, dividindo a lente em quadrantes;

A fig. 7, uma representação esquemática da passagem da luz através de uma lente bifocal intraocular feita

segundo a presente invenção;

A fig. 8, uma representação esquemática da passagem da luz através de uma lente de contacto bifocal feita de acordo com a presente invenção.

DESCRICAÇÃO PORMENORIZADA DAS FORMAS PREFERIDAS DE REALIZAÇÃO

A presente invenção apresenta numerosas vantagens em relação às concepções anteriores atrás descritas. Primariamente, a presente invenção aumenta o rendimento global agregado da lente. Idealmente, proporcionam-se 50% da luz incidente para cada ponto focal. Forma-se uma imagem de objectos distantes e uma imagem de objectos próximos. O rendimento aumentado das lentes segundo a presente invenção proporciona o contraste e a definição da imagem máximos possíveis. De preferência, a zona de difracção de elevado rendimento tem um rendimento óptico com o máximo valor prático, isto é, cerca de 98%. Numa forma de realização preferida, produz-se uma grelha de difracção de elevado rendimento. Como cerca de 98% da luz que passa através das zonas difractivas serão focados na retina para os objectos próximos e substancialmente toda a luz que passa através das zonas refractivas será focada na retina para objectos distantes, consegue-se uma melhor visão multifocal. Portanto, a presente invenção vence o problema da dispersão indesejada da luz provocada pela difracção de ordem superior. Assim, as lentes segundo a presente invenção têm um rendimento potencial mais elevado do que o de qualquer concepção da técnica anterior.

Como atrás se mencionou, o rendimento teórico máximo disponível a partir de uma placa de zonas de fase normal é de cerca de 81%. A construção intermitente difractiva/não difractiva segundo a presente invenção pode apresentar rendimentos consideravelmente mais elevados. O rendimento de um elemento de lente difractivo está representado graficamente na fig. 1, como uma percentagem da luz transmitida. O rendimento está representado em função a altura dos degraus, em micrómetros, na superfície da lente para uma lente de silicone em água. Uma primeira curva (50) ilustra o rendimento da difracção de ordem zero. Uma segunda curva (52) ilustra o rendimento da difracção de

primeira ordem. Nas lentes típicas da técnica anterior atrás descritas, escolheu-se uma altura dos degraus equivalente a ligeiramente mais de 3 micrómetros, para dividir igualmente os gradientes de difracção de primeira ordem e de ordem zero, fazendo assim com que cerca de 40% da luz seja focada na distância focal de grande distância. O rendimento global é assim de cerca de 80%. Mas nas lentes segundo a presente invenção, escolhe-se uma altura dos degraus de 6 micrómetros. Como se vê claramente na fig. 1, para este valor da altura dos degraus, quase 100% da luz incidente é refractada na primeira ordem. Assim, quase 100% da luz pode ser focada, quer na distância focal de pequena distância, quer na de grande distância. Proporcionando sectores alternados com rendimento de 100%, uns focados para a curta distância e outros para a grande distância, consegue-se uma lente com cerca de 100% de rendimento.

Na fig. 2 está ilustrada uma vista em planta de uma forma de realização de uma lente segundo a presente invenção. A lente pode ser utilizada quer numa lente de contacto, quer numa lente intraocular, portanto, não estando representadas na figura características não relacionadas, tais como os elementos de contacto para fixar uma lente intraocular no olho. A visão bifocal é de preferência obtida proporcionando uma lente, tal como uma lente difractiva biconvexa, que tem uma potência básica e criando zonas difractivas (10, 12) de elevado rendimento, que proporcionam potência difractiva aditiva para a potência básica da lente. Compreender-se-á que o termo "potência aditiva" se refere à adição aritmética da potência dos elementos da lente, portanto, em certas formas de realização, a potência difractiva pode ser negativa e reduzir a potência global dessa zona.

Como está representado, numa forma de realização preferida, é desejável colocar uma zona difractiva circular (10) aproximadamente no eixo central da lente e dispor uma segunda zona difractiva numa relação anular espaçada com a primeira. Situadas entre as zonas difractivas (10, 12) estão zonas refractivas (2, 22), que têm apenas a potência básica da lente. Portanto, uma parte da luz incidente cairá nas zonas refractivas.

vas (20, 22) e proporcionam um foco numa primeira distância focal. O rendimento óptico desta zona será igual ao rendimento óptico da lente básica e, se fabricada de acordo com os padrões comerciais mais elevados, aproximar-se-á dos 100%. Uma outra parte da luz incidente cairá nas zonas difractivas (10, 12) e passará também através da lente básica. Assim, a potência desta parte da lente será a soma aditiva das potências difractiva e refractiva e proporcionará um foco numa segunda distância focal. As técnicas disponíveis comercialmente mais elevadas para aplicar um elemento difractivo são utilizadas para criar as zonas difractivas (10, 12), proporcionando assim um rendimento de cerca de 98%. Por conseguinte, a eficácia da lente global aproxima-se de um rendimento de 100%.

Numa aplicação típica a uma lente intraocular, as lentes como a que se ilustra na fig. 2 têm um diâmetro total de cerca de 7,0 mm. Mais preferentemente, a zona difractiva interior (10) terá um diâmetro de cerca de 1,72 mm, a primeira zona refractiva (20) terá um diâmetro exterior de cerca de 2,90 mm, a zona difractiva seguinte terá um diâmetro exterior de cerca de 4,60 mm e a segunda zona refractiva terá um diâmetro exterior de cerca de 7,00 mm. Como compreenderá uma pessoa com conhecimentos normais, as dimensões de projecto podem variar um tanto para obter efeitos correctores particulares. Também se compreenderá que a ordem da colocação das zonas difractivas e refractivas pode ser invertida, isto é, a zona central pode ser refractiva, etc.

Na fig. 3 está ilustrada uma outra forma de realização de uma lente com propriedades semelhantes à representada na fig. 2. O desenho da lente representada tem uma primeira zona refractiva (30) colocada centralmente, de preferência com cerca de 1,3 mm de diâmetro, se se usar numa lente intraocular de 7,00 mm. Envolvendo a primeira zona refractiva (30) há uma zona difractiva (40), que de preferência tem um diâmetro exterior de cerca de 3,36 mm. Uma segunda zona refractiva (32) envolve a zona refractiva (40) e tem um diâmetro exterior de cerca de 7,00 mm. Como atrás se mencionou, em certas formas de rea-

lização pode ser desejável alterar as dimensões dadas ou inverter a disposição das zonas.

Fazendo agora referência à fig. 4, está representada uma forma de realização de uma lente de elevado rendimento que utiliza elementos quer difractivos, quer refractivos em toda a superfície para obter a visão bifocal. A lente ilustrada na fig. 4 tem duas zonas de uma primeira potência difractiva (110, 112) para visão da distância e duas zonas de uma segunda potência difractiva (120, 122) para ver ao perto. Embora a distância das zonas representada coloque as zonas numa série de anéis, deve compreender-se que podem incluir-se na presente invenção numerosas outras disposições. Também, como se mostra com referência às fig. 2 e 3, o número de zonas pode ser aumentado ou reduzido. Nesta forma de realização da presente invenção, colocam-se duas zonas de potências difractivas diferentes de uma maneira aditiva relativamente a uma lente com uma potência básica para obter pontos focais múltiplos. Como os entendidos na matéria compreenderão facilmente, a disposição, a forma e as dimensões relativas das zonas depende da correcção específica pretendida.

Numa forma de realização preferida da lente ilustrada na fig. 4, uma lente proporciona de preferência uma potência refractiva básica de cerca de 10 dioptrias, obtida usando uma lente biconvexa ou outros desenhos da lente conhecidos. Adicionam-se mais 10 dioptrias de uma primeira potência difractiva por duas zonas difractivas (110, 112), proporcionando desse modo uma potência total de 20 dioptrias para ver ao longe. Proporcionam-se também zonas de visão ao perto (120, 122) que têm uma segunda potência difractiva de cerca de 14 dioptrias, resultando uma potência total de 24 dioptrias para ver ao pé.

Fazendo agora referência às fig. 5 e 6, estão representadas lentes intraoculares (200) feitas segundo a presente invenção. As lentes (200) têm meios de fixação de contacto (210) para reter as lentes no seu lugar. Como está representado, cada uma das lentes tem zonas (N) de visão ao pé e zonas (F) de visão ao longe. De acordo com um aspecto da presente

invenção, a zona de ver ao pé, ou a de ver ao longe pode compreender um elemento difractivo de rendimento elevado, enquanto que a outra zona compreende um elemento refractivo da lente básica. Em alternativa, como se discutiu com referência à fig. 4, em certas formas de realização da presente invenção, quer as zonas de ver ao pé, quer as de ver ao longe compreenderão elementos difractivos, cada uma delas respectivamente com uma potência difractiva diferente.

As lentes ilustradas nas fig. 5 e 6 também ilustram outras variações das geometrias das zonas de distâncias focais diferentes criadas na lente básica. Como se mostra nas fig. 2 a 4, será desejável em certos casos criar uma ou mais zonas difractivas circulares ou anulares. Como se mostra nas fig. 5 e 6, é também possível dividir as lentes diametralmente, em metades ou em quadrantes, alternando por conseguinte as zonas de ver ao pé e as de ver ao longe. Como facilmente compreenderão os entendidos na matéria, as mesmas disposições de zonas ilustradas nas fig. 2 a 6 podem ser aplicadas nas lentes de contacto e outras formas de lentes, não se limitando portanto às lentes intraoculares.

O funcionamento de uma lente intraocular (200) no interior do olho (250) está representado na fig. 7. A luz proveniente de um objecto próximo (N) é focado sobre a retina (R) pela zona de visão ao perto. A luz proveniente de um objecto afastado (F) é focada na retina (R) pela zona de ver ao longe da lente. Portanto, toda a luz, quer dos objectos próximos, quer dos distantes, é focada, respectivamente, pelas zonas de ver ao perto ou pela zona de ver ao longe, resultando uma lente com um rendimento próximo dos 100%.

Analogamente, a fig. 8 ilustra uma lente de contacto (100) feita de acordo com a presente invenção colocada na córnea de um olho (250). Ao contrário do exemplo da fig. 7, o paciente que usa uma lente correctora de contacto também tem um cristalino natural (260) no interior do olho.

Como uma pessoa entendida na matéria compreenderá, as lentes atrás discutidas podem ter uma potência refac-

tiva básica proporcionada pela forma da lente. A presente invenção pode ser aplicada a lentes biconvexas ou plano-convexas, bem como a lentes de menisco, tais como lentes de contacto.

Embora certas formas de realização da presente invenção tenham sido apresentadas em pormenor, estes exemplos não representam qualquer limitação. Numerosas outras formas de realização e suas variantes ocorrerão aos especialistas da matéria. Por conseguinte, deve fazer-se referência às reivindicações anexas para determinar o objectivo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

- 1º -

Lente multifocal para a correção da visão, caracterizada por compreender:

um elemento de lente básico que possui uma potência básica da lente e uma distância focal básica da lente; e

um ou mais elementos difractivos que cobrem uma ou mais zonas do referido elemento de lente básico e tendo uma potência difractiva, de modo que uma parte da luz que passa através da lente é focada na referida distância focal pela referida potência básica da lente e uma outra parte da luz que passa através da lente é focada numa distância focal diferente pela potência combinada de referido elemento de lente básico e os referidos elementos difractivos.

- 2º -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a referida lente ser uma lente de contacto.

- 3º -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a referida lente ser uma lente intra-ocular.

- 4^a -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a referida potência básica ser proporcionada por refracção.

- 5^a -

Lente de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por o referido elemento de lente básica compreender uma lente biconvexa.

- 6^a -

Lente de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por o referido elemento de lente básica compreender um menisco.

- 7^a -

Lente de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por o referido elemento de lente básica compreender uma lente plano-convexa.

- 8^a -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada per as referidas zonas difractivas estarem dispostas num padrão substancialmente anular.

- 9^a -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada per as referidas zonas difractivas estarem dispostas como áreas semicirculares alternadas.

- 10^a -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada per as referidas zonas difractivas estarem dispostas como áreas de quadrantes circulares alternados.

- 11^a -

Lente de acordo com a reivindicação 8, caracterizada por o referido elemento difractivo compreender uma zona anular que tem um diâmetro interior maior que zero e um

diâmetro exterior menor do que o diâmetro da referida lente.

- 12º -

Lente de acordo com a reivindicação 11, caracterizada por o diâmetro interior do referido elemento difractivo ser de cerca de 1,30 mm e o diâmetro exterior ser de cerca de 3,36 mm.

- 13º -

Lente de acordo com a reivindicação 8, caracterizada por o referido elemento difractiva compreender uma zona circular disposta em torno do centro da lente e uma zona anular que tem um diâmetro interior maior que zero e um diâmetro exterior menor do que o diâmetro da referida lente.

- 14º -

Lente de acordo com a reivindicação 13, caracterizada por o diâmetro da referida zona circular ser de cerca de 1,72 mm e o diâmetro interior do referido elemento difractivo ser de cerca de 2,90 mm e o diâmetro exterior ser de cerca de 4,60 mm.

- 15º -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por as referidas zonas difractivas terem uma potência difractiva de mais de cerca de 2 dioptrias.

- 16º -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a eficiência óptica da referida lente ser maior que cerca de 85%.

- 17º -

Lente de acordo com a reivindicação 16, caracterizada por a eficiência óptica da referida lente ser de cerca de 100%.

- 18º -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por os referidos elementos difractivos compreenderem elementos de placas de zonas de Fresnel.

19

- 19^a -

Lente de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por os referidos elementos difractivos compreenderem elementos holográficos.

- 20^a -

Lente multifocal para a correção da visão, caracterizada por compreender:

um elemento de lente básico que possui uma potência básica e uma distância focal básica da lente;

um ou mais elementos difractivos que cobrem uma ou mais zonas do referido elemento de lente básico e tendo uma primeira potência difractiva; e

um ou mais segundos elementos difractivos que cobrem uma ou mais zonas do referido elemento de lente básico e tendo uma segunda potência difractiva, de modo que uma primeira parte da luz que passa através da referida lente é focada a uma primeira distância focal pela potência combinada do referido elemento de lente básico e os referidos elementos difractivos e uma outra parte da luz que passa através da referida lente é focada a uma segunda distância focal pela potência combinada do referido elemento de lente básico e dos referidos segundos elementos difractivos.

- 21^a -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por ser uma lente de contacto.

- 22^a -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por ser uma lente intra-ocular.

- 23^a -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por a referida potência básica ser proporcionada por refracção.

- 24^a -

Lente de acordo com a reivindicação 23, ca-

racterizada por o referido elemento de lente básico compreender uma lente biconvexa.

- 25^a -

Lente de acordo com a reivindicação 23, caracterizada por o referido elemento de lente básico compreender um menisco.

- 26^a -

Lente de acordo com a reivindicação 23, caracterizada por o referido elemento de lente básico compreender uma lente plano-convexa.

- 27^a -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por as referidas zonas difractivas estarem dispostas num padrão substancialmente anular.

- 28^a -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por as referidas zonas difractivas estarem dispostas como áreas semicirculares alternadas.

- 29^a -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por as referidas zonas difractivas estarem dispostas como áreas de quadrantes circulares alternados.

- 30^a -

Lente de acordo com a reivindicação 27, caracterizada por o referido elemento difractivo compreender uma zona anular que tem um diâmetro interior maior que zero e um diâmetro exterior menor do que o diâmetro da referida lente.

- 31^a -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por o referido elemento difractivo compreender uma zona circular disposta em torno do centro geométrico da lente e uma zona anular que tem um diâmetro interior maior que zero e um diâmetro exterior menor do que o diâmetro da referida lente.

- 32* -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por os referidos elementos difractivos terem uma eficiência óptica superior a cerca de 85%.

- 33* -

Lente de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por os elementos difractivos terem uma eficiência óptica de cerca de 100%.

A requerente reivindica a prioridade do pedido norte-americano apresentado em 14 de Maio de 1990, sob o número de série 523,146.

Lisboa, 14 de Maio de 1991



R E S U M O

"LENTE MULTIFOCAL PARA A CORREÇÃO DA VISÃO"

A invenção refere-se a lentes multifocais para melhorar a visão. As lentes segundo a invenção utilizam pelo menos uma zona difractiva situada numa parte definida da superfície de uma lente difractiva para conseguir uma visão multifocal altamente eficiente, proporcionando quase 100% de eficiência na ordem difractiva + 1. As lentes apresentadas podem ser usadas, quer como lentes de contacto, quer como lentes intra-oculares, bem como noutras aplicações de correção da visão.

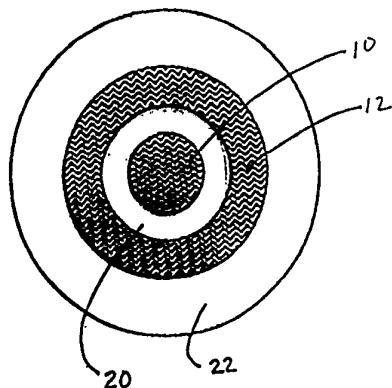


FIG. 2

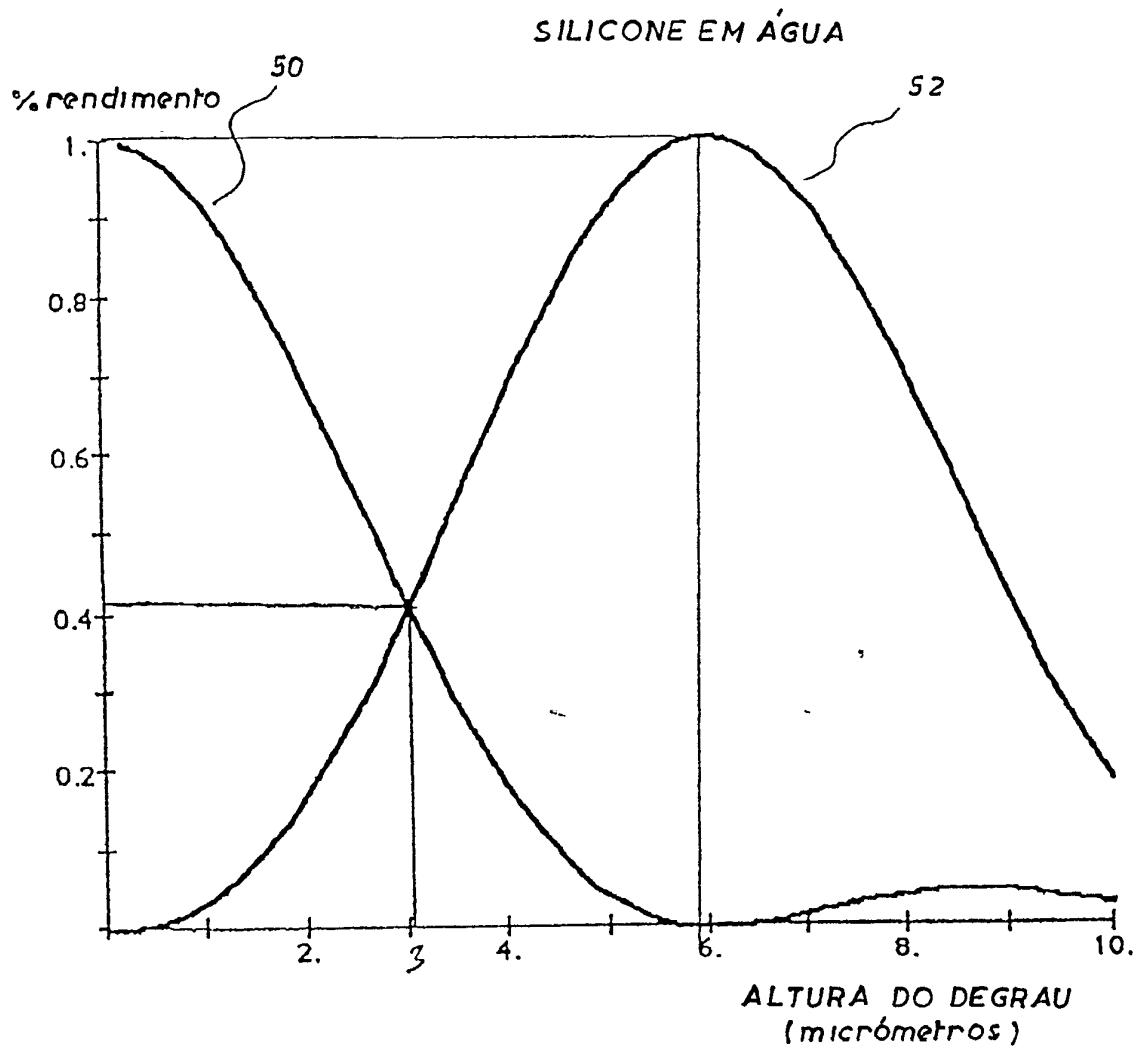


Fig. 1

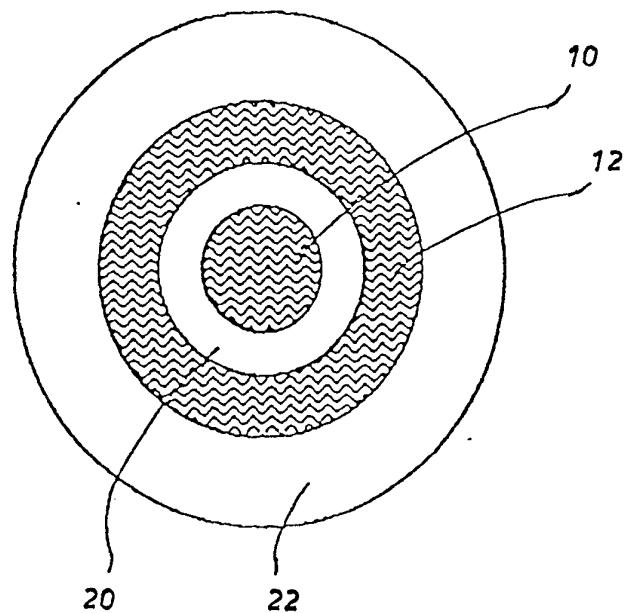


Fig. 2

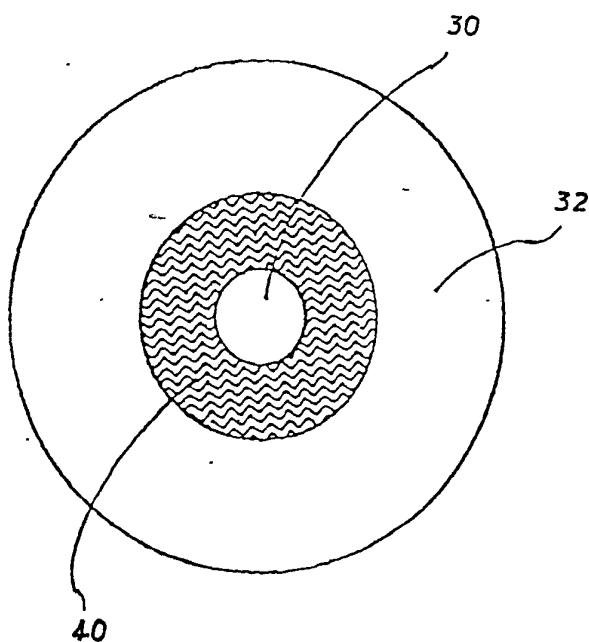


Fig. 3

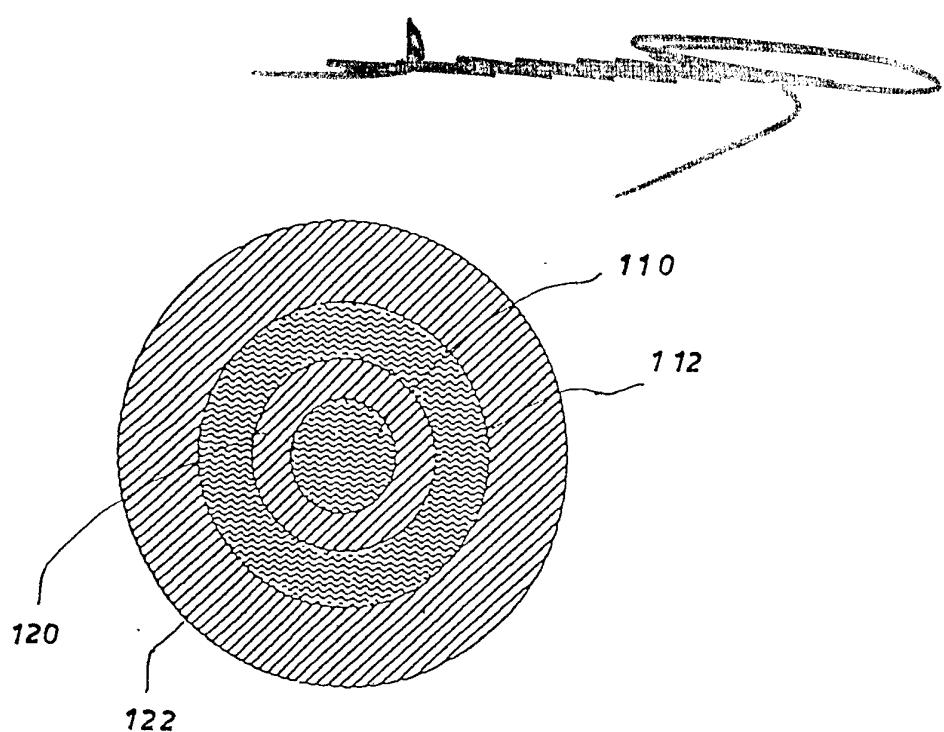


Fig. 4

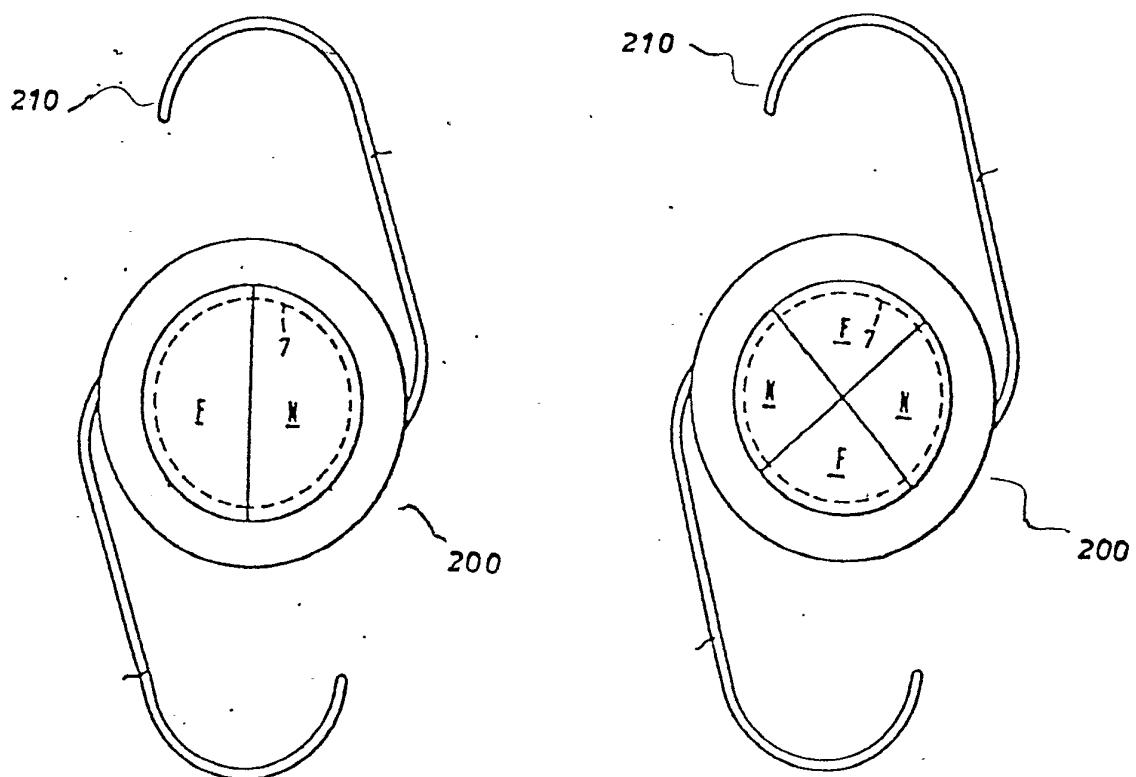


Fig. 5

Fig. 6

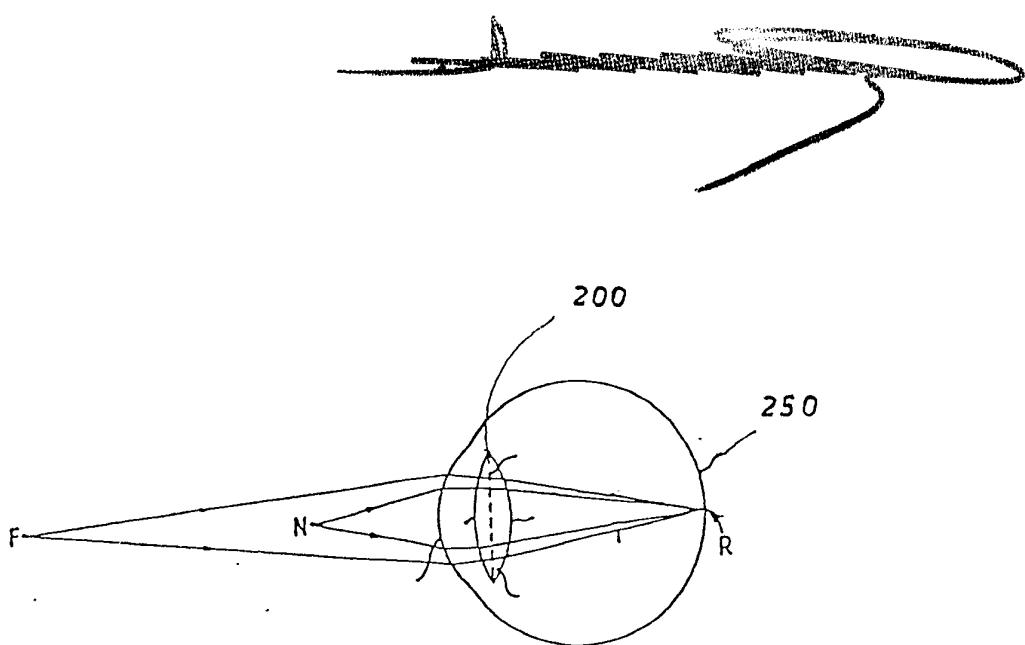


Fig. 7

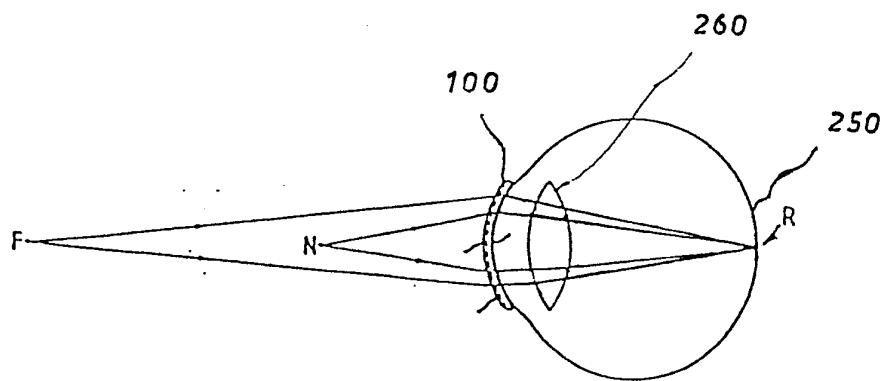


Fig. 8