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

(11) **PI 9804424-9 B1**

(22) Data de Depósito: 16/10/1998
(45) Data da Concessão: 07/02/2012
(RPI 2144)

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

(54) Título: **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL.**

(30) Prioridade Unionista: 16/10/1997 FR 97 12 989

(73) Titular(es): Essilor International (Compagnie Générale d'Optique)

(72) Inventor(es): Bernard Bourdoncle, Jean-Pierre Chauveau , Sandrine Francois

LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL, a qual tem uma superfície asférica que tem uma esfera média e um cilindro em cada ponto sobre ela, regiões de visão de longe, de perto e intermediária, e um meridiano principal de progressão que passa através dessas três regiões.

Fundamentos da Invenção

Entre as lentes multifocais, podem ser distinguidas as lentes conhecidas como lentes progressivas adaptadas à visão em todas as distâncias, e as lentes que são mais especificamente dedicadas à visão de perto e à visão intermediária.

As lentes oftálmica multifocais progressivas compreendem uma região de visão de longe, uma região de visão de perto, uma região de visão intermediária, e um meridiano principal da progressão que passa através das três regiões. O pedido de depósito de patente de invenção francês 2.699.294 descreve, em seu preâmbulo, os vários elementos de uma lente oftálmica multifocal progressiva (meridiano principal de progressão, região de visão de longe, região de visão de perto, etc.), assim como o trabalho realizado pela requerente para melhorar o conforto do usuário de tais lentes.

A requerente também propôs, a fim de melhor atender as necessidades visuais das pessoas com presbitismo e de melhorar o conforto de lentes multifocais progressivas, a adaptação da forma do meridiano principal da progressão, em função do valor A do aumento de ampliação (pedido de depósito de patente francês FR-A-2.683.642).

Para tais lentes, o valor A do aumento de ampliação é definido como a variação na esfera média entre um ponto de referência na região de visão de longe e um ponto de referência na região de visão de perto.

Tais lentes progressivas são prescritas geralmente em função do ametropia do usuário e da ampliação necessária para a visão de perto.

Também há lentes que são dedicadas mais especificamente à visão de perto; tais lentes não têm uma região de visão de longe com um

ponto de referência definido tal como no caso das lentes progressivas convencionais. Tais lentes são prescritas dependendo da ampliação da visão de perto que o usuário necessita, independentemente da ampliação de visão de longe. Tal lente é descrita em um artigo em *"Opticien Lunetier"* com data de abril de 1988, e vendida comercialmente pela requerente sob a marca registrada Essilor Delta; esta lente também é tão simples de usar e fácil de usar como uma lente progressiva, e é atraente às pessoas com presbitismo que não se adaptam às lentes progressivas. Esta lente também é descrita no pedido de depósito de patente francês FR-A-2.588.973. Ela tem uma parte central que é equivalente à lente de foco único que tem sido normalmente empregada para corrigir o presbitismo, a fim de assegurar uma visão de perto satisfatória. Ela tem adicionalmente uma ligeira diminuição na ampliação na parte superior, assegurando que o usuário também tenha uma visão aguçada além do campo de visão de perto normal. Finalmente, a lente tem um ponto em um valor da ampliação igual à ampliação nominal para a visão de perto, uma região de ampliação maior na parte inferior da lente, e uma região de menos ampliação na parte superior da lente.

As lentes multifocais existentes, quer sejam progressivas ou dedicadas à visão de perto, também podem ser aperfeiçoadas ainda mais no que se refere ao seu desempenho de visão foveal, a fim de aumentar o conforto do usuário. Os usuários de lentes multifocais de fato se sentem às vezes incomodados com a visão dinâmica, a qual pode causar sintomas tais como dor de cabeça e náusea. Tais lentes podem também ser aperfeiçoadas mediante a preservação de uma região de visão de perto que seja suficientemente alta para assegurar um conforto ótimo ao usuário; finalmente, é importante que campos visuais largos sejam propiciados na visão de perto, intermediária e de longe.

Sumário da Invenção

A presente invenção apresenta uma lente multifocal que supera as desvantagens das lentes da técnica anterior e assegura que uma melhor visão periférica, enquanto que também mantém um bom desempenho

de visão foveal, desse modo facilitando a adaptação dos usuários às suas lentes. A invenção assegura no entanto a progressão rápida da esfera média, assegurando a presença de uma grande região de visão de perto. Ela também propicia uma distribuição equilibrada de linhas da isoesfera e do isocilindro.

A invenção apresenta uma lente oftálmica multifocal que compreende uma superfície asférica que tem em cada ponto sobre nela uma esfera média e um cilindro, sendo que a dita lente tem um aumento de ampliação e compreende uma região de visão de longe VL, uma região de visão de perto VP, uma região de visão intermediária VI, um meridiano principal de progressão MM' que passa através das três ditas regiões, e um aumento de ampliação,

na qual um comprimento principal da progressão, conforme aqui definido, é mais curto do que 16 milímetros;

um valor máximo $|dS/d\theta|max$ de um módulo da derivada tangencial da esfera média em um círculo de 40 mm de diâmetro centralizado em um centro geométrico da dita lente é inferior a um quarto do valor máximo P_{mer} de uma inclinação da esfera média ao longo do dito meridiano:

$$|dS/d0|_{max}/P_{mer} < 0,25$$

um valor máximo C_{max} de cilindro dentro do dito círculo é inferior a um aumento de ampliação nominal da dita lente:

$$C_{max} < A_{nom}.$$

Vantajosamente, o meridiano principal da progressão é composto por pontos médios de segmentos horizontais que unem as respectivas linhas formadas pelos pontos onde o cilindro tem uma dioptria de 0,50.

A região de visão de perto, delimitada em uma parte superior da dita lente por linhas formadas por pontos nos quais o cilindro é igual a meio aumento de ampliação, pode ter uma largura maior do que 14,5 mm em um ponto de referência para a visão de perto.

A região de visão de longe definida na parte superior da

dita lente pelas linhas formadas por pontos onde o cilindro é igual a meia aumento de ampliação contém de preferência pelo menos um setor angular formado por duas meias linhas dirigidas para cima que se originam em um centro geométrico da dita lente e têm um ângulo inclinado de pelo menos 150 graus.

De preferência, o cilindro na superfície da dita lente é menor do que o aumento de ampliação, de preferência menor do que 90% do aumento da ampliação.

Vantajosamente, a diferença nos valores de cilindro máximos nas duas partes da dita lente delimitadas pelo meridiano principal de progressão é menor do que 0,1 dioptria, e é de preferência menor do que 0,05 dioptria.

Em uma modalidade, a lente é uma lente multifocal dedicada à visão de perto e à visão intermediária, sendo que a dita lente tem um aumento de ampliação definido como uma diferença entre os valores máximos e mínimos da esfera média no dito meridiano de progressão, dentro de um círculo de 20 mm de diâmetro centralizado no centro geométrico da dita lente.

Neste caso, o comprimento principal de progressão é definido como uma razão entre o aumento da ampliação e um valor máximo de inclinação da esfera média P_{mer} ao longo do dito meridiano.

Em uma outra modalidade, a lente é uma lente multifocal progressiva que tem um ponto de referência para uma região de visão de perto, um ponto de referência para uma região de visão de longe, e um aumento de ampliação definido como uma diferença entre os valores da esfera média nestes dois pontos.

Neste caso, o comprimento principal de progressão é definido como uma diferença na altura entre um centro de montagem e um ponto no dito meridiano no qual a esfera média é igual à soma da esfera média no dito ponto de referência para a visão de longe, mais 85% do dito aumento

de ampliação.

Breve Descrição dos Desenhos

Outras características e vantagens da presente invenção tornar-se-ão mais claras a partir da descrição que segue de uma modalidade da invenção fornecida a título de exemplo não limitador com referência aos desenhos anexos, onde a:

FIGURA 1 é uma vista diagramática anterior de uma lente progressiva multifocal;

FIGURA 2 mostra graficamente a variação na ampliação ao longo do meridiano da lente de acordo com a invenção;

FIGURA 3 é uma vista anterior da lente na FIG. 2, mostrando o meridiano principal de progressão e as linhas que indicam o nível da esfera média;

FIGURA 4 é uma vista anterior da lente na FIG. 2, mostrando o meridiano principal de progressão e as linhas que indicam o nível do cilindro;

FIGURA 5 mostra a derivada da esfera como uma função do ângulo em um círculo de 20 mm de diâmetro centralizado no centro geométrico da lente;

FIGURAS 6 a 8 são vistas similares àquelas nas FIGS. 2 a 4, para um aumento de ampliação de 2 dioptrias; e as

FIGURAS 9 a 11 são vistas similares àquelas nas FIGS. 2 a 4, para um aumento de ampliação de 3 dioptrias.

Descrição Detalhada da Modalidade Preferida

A seguir, será empregado um sistema de coordenadas ortonormais no qual o eixo x corresponde à linha central horizontal da lente e o eixo y corresponde à linha central vertical; o centro 0 do quadro de referência é o centro geométrico da lente.

A FIG. 1 é uma vista anterior diagramática de uma lente oftálmica progressiva conhecida, mostrando os seus vários elementos.

As FIGS. 2 a 5 mostram as características óticas da lente de acordo com a invenção, sendo que essa lente tem um diâmetro de aproximadamente 60 milímetros. Nas Figs. 2 a 5, é descrita uma lente que tem um aumento de ampliação de 1 dioptria.

As FIGS. 6 a 11 mostram uma vista semelhante, para lentes que têm um aumento de ampliação de 2 ou 3 dioptrias.

Com referência à FIG. 1, os vários elementos de uma lente oftálmica multifocal serão agora descritos. Tal lente tem geralmente uma face asférica mostrada na FIG. 1 e uma segunda face que pode ser asférica ou toroidal.

Para cada ponto na superfície asférica, uma esfera média D é definida a partir da fórmula:

$$D = \frac{n - 1}{2}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

na qual:

R_1 e R_2 são os raios máximos e mínimos da curvatura, expressos em metros, e n é o índice de refração do material da lente.

O cilindro C é definido pela fórmula:

$$C = (n - 1)\left|\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right|$$

As linhas da isoesfera são linhas constituídas pela projeção em um plano tangencial à superfície progressiva no centro geométrico 0 dos pontos na superfície da lente que têm o mesmo valor da esfera média. Similarmente, as linhas do isocilindro são linhas constituídas pela projeção neste mesmo plano dos pontos que têm o mesmo cilindro.

Convencionalmente, a lente 1 compreende em sua parte superior uma região de visão de longe VL, em sua parte inferior uma região de visão de perto VP e, entre estas duas regiões, uma região de visão intermediária VI. Para uma lente progressiva, um ponto de referência P é definido na região de visão de perto no qual é medida a visão de perto e em um

ponto de referência L no qual é medida a visão de longe. Para uma lente dedicada à visão de perto, um ponto de referência P é definido na região de visão de perto para medir a visão de perto; entretanto, nenhum ponto de referência correspondente é definido para a região de visão de longe.

Na FIG. 1, o meridiano principal de progressão 2 da lente é mostrado, passando através da região de visão de longe, da região de visão intermediária e da região de visão de perto. Este meridiano é definido como o locus dos pontos médios dos segmentos horizontais delimitados pela linha de isocilindro de 0,50 dioptria. No exemplo da FIG. 1, o meridiano é essencialmente composto por três segmentos, sendo que primeiro se estende substancialmente verticalmente do topo da lente, passando através do ponto L1 para baixo até um ponto D, indicado como centro de ajuste, e situado entre o ponto de controle de visão de longe L e o centro geométrico 0. O segundo segmento estende-se do ponto D obliquamente para o lado nasal da lente, e o terceiro segmento começa na extremidade C do segundo segmento e passa através do ponto de controle da visão de perto P. Outras formas de meridiano são possíveis.

No caso de lentes oftálmicas multifocais progressivas, um aumento de ampliação é definido de uma maneira conhecida por si mesma, e é a diferença na esfera média entre um ponto de referência P na região de visão de perto e um ponto de referência L na região de visão de longe.

Para as lentes multifocais dedicadas à visão de perto e à visão intermediária, os valores mínimo e máximo da esfera são medidos no meridiano definido dessa maneira dentro dos limites de um círculo de 20 mm de diâmetro centralizado no centro geométrico da lente. A aumento de ampliação é agora a diferença entre estes valores mínimos e máximos da esfera; esta definição é substancialmente equivalente, para as lentes progressivas, à definição convencional de aumento de ampliação, e é a diferença na esfera entre os pontos de referência para a visão de perto e de longe.

Com estas definições, considera-se geralmente que o limite da região de visão de longe na parte superior da lente seja formado por linhas do isocilindro de um valor igual à metade do aumento de ampliação. Similarmente, o limite da região de visão de perto na parte inferior da lente é fixado por linhas do isocilindro de um valor igual à metade do aumento de ampliação.

O círculo interno mostrado no FIG 1. representa a região explorada pelo olho quando da execução de tarefas diárias. O tamanho e a posição desta parte, conhecida como a região de visão foveal, foram determinados por uma série numerosa de medições realizadas nos laboratórios da requerente; referência pode ser feita, por exemplo, a IEEE, Portable eye movement recorder, da autoria de T. Bonnin e N. Bar, Proceedings of the 14th annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society1992, parte 4, páginas 1668 a 1669, a AAO 1993, a "Optimization of ophthalmic aspheric lenses: recording of eye movement for everyday tasks", N. Bar, T. Bonnin e C. Pedreno, Optometry and vision science 1993, Nº. 12s, volume 70, página 154, ou ainda outra vez a ECEM 93, "The use of visual space", um poster de N. Bar. Esta região cobre um disco de 30 milímetros de diâmetro centralizado no centro da montagem.

Para assegurar o conforto visual máximo para o usuário, levamos em consideração o disco de 40 milímetros de diâmetro centralizado no centro geométrico da lente, que abrange a região da visão foveal, e fixamos para limitar as variações tangentiais na esfera ao longo deste círculo. As variações de controle na esfera ao longo deste círculo tornam possível a obtenção de deformações nas características ópticas da superfície multifocal; a visão periférica do usuário é desse modo melhorada. Também é desejável superar defeitos tais como cilindro dentro do círculo de 40 mm para assegurar, no máximo possível, uma visão aguda dentro da região foveal. Esse círculo está mostrado na FIG. 1 e nas FIGS. 3, 7 e 10.

A fim de melhorar a suavidade de progressão das lentes, e o

conforto na região de visão foveal, a presente invenção faz ajustes para se obter uma nova definição das características da superfície da lente, explicadas com referência às seguintes figuras. As figuras englobam o caso de lentes multifocais progressivas; a invenção se aplica *mutatis mutandis* às lentes multifocais dedicadas à visão de perto

A FIG. 2 é um gráfico que mostra a ampliação ao longo do meridiano da lente de acordo com a intervenção, sendo que o aumento de ampliação desta lente é de dioptria 1. As coordenadas do eixo y do gráfico da FIG. 1 são as coordenadas do eixo y na lente; as coordenadas do eixo x dão a diferença na ampliação, nas dioptrias, a partir do ponto de referência na região de visão de longe.

O ponto que tem o valor y = 8 mm no eixo y ao longo do meridiano corresponde ao ponto de referência L para a visão de longe que, no exemplo da FIG. 2, é o ponto de esfera mínima; neste ponto, a esfera média é de 0,01 dioptria; o ponto que tem um valor do eixo y de 14 mm no meridiano é o ponto de referência P para a visão de perto; neste ponto, a esfera média é de 6,20 dioptrias e o cilindro é de 0,01 dioptria.

Para uma lente multifocal progressiva, um comprimento principal de progressão L_{pp} é definido como uma diferença na altura entre o valor do eixo y de um centro de montagem e o valor do eixo y de um ponto no dito meridiano no qual a esfera média é igual à soma da esfera média no dito ponto de referência para visão de longe, mais 85% do dito aumento de ampliação. No exemplo da FIG. 2, a esfera média é 85% maior do que o aumento de ampliação no ponto de referência de visão para longe em um ponto de valor y = -8,4 mm; onde um centro de montagem fica localizado em um valor do eixo y de y = 4 mm, o comprimento principal de progressão é de 12,4 mm.

Para uma lente multifocal progressiva dedicada à visão de perto e intermediária, o comprimento principal de progressão é a razão entre o aumento de ampliação conforme definido acima e a inclinação da esfera média

ao longo do meridiano; isso pode ser escrito como:

$$L_{pp} = (S_{max} - S_{min})/P_{mer}$$

onde S_{max} e S_{min} são respectivamente os valores máximo e mínimo da esfera no meridiano, e P_{mer} é o valor máximo da inclinação da esfera média ao longo do meridiano; a inclinação da esfera corresponde ao módulo máximo da inclinação da esfera com respeito a x ou a y. Essa razão L_{pp} é equivalente a um comprimento, e representa o comprimento no qual a esfera média aumenta em um valor que corresponde ao aumento da ampliação.

Em ambos os casos, o comprimento principal de progressão refere-se a uma posição ao longo do meridiano que corresponde a uma variação na esfera média substancialmente igual ao aumento da ampliação.

A FIG. 2 mostra que, no início, a esfera permanece substancialmente constante na região de visão de longe acima do ponto L. Ela também mostra que a esfera permanece substancialmente constante na região de visão de perto, em torno do ponto P. Finalmente, mostra que o comprimento principal de progressão é baixo, e é marcadamente menor do que 16 mm. Isto assegura uma visão de perto satisfatória em uma região que se estende acima do ponto de controle de visão de perto, eliminando a necessidade de o usuário mover sua cabeça. Desse modo, é assegurada uma visão de perto confortável e extensiva. A inclinação máxima da esfera no meridiano é de 0,085 dioptria por milímetro.

A FIG. 3 é uma vista anterior da lente na FIG. 2, mostrando o meridiano principal da progressão e as linhas de esfera média igual. Os elementos mostrados na FIG. 2 também são encontrados na FIG. 3 com a adição de linhas de isoesfera. As linhas de isoesfera na FIG. 3 são as linhas 11, 12, 13 e 14 que representam respectivamente a esfera média que é superior em 0,25, 0,5, 0,75 ou 1 dioptria em relação à esfera média no ponto de controle de visão de longe L. Finalmente, é mostrado um círculo de 40 milímetros de diâmetro centralizado no centro geométrico da lente.

A FIG. 4 é uma vista anterior da lente na FIG. 2, mostrando

o meridiano principal de progressão e as linhas de cilindro igual. Os elementos mostrados na FIG. 2 também estão presentes na FIG. 4. Uma vez que o cilindro é baixo ao longo do meridiano principal da progressão, há duas linhas de isocilindro para cada valor do cilindro. As linhas de isocilindro na FIG. 4 são as linhas 16 e 16', 17 e 17', e 18 e 18' que representam, respectivamente, um cilindro de 0,25, 0,50, e 0,75 dioptrias.

Conforme indicado acima, na parte superior da lente a borda da região de visão de longe é constituída substancialmente pelas linhas de isocilindro 17 e 17' de 0,5 dioptria. Desse modo, a lente da invenção tem uma região de visão de longe ampla que se estende sobre quase toda a metade superior da lente.

Na parte inferior da lente, a borda da região de visão de perto é constituída também substancialmente pelas linhas 17 e 17' de isocilindro de 0,5 dioptria.

O valor máximo do cilindro na superfície da lente, dentro do círculo de 20 mm de diâmetro, é de 0,88 dioptria; isso é atingido no ponto que tem as coordenadas x = 16, y = 8; esse valor máximo é menor do que o aumento de ampliação.

Esse valor máximo é atingido no lado nasal; no lado temporal, o valor máximo do cilindro é de 0,83 dioptria e é atingido em um ponto x = -8, y = -6, 10 mm do centro geométrico da lente. A diferença entre os valores máximos do cilindro nos lados nasal e temporal da lente é inferior a 0,05 dioptria. A invenção propõe que esta variação seja inferior a 0,1 dioptria e de preferência inferior a 0,05 dioptria.

A FIG. 5 mostra a derivada da esfera como uma função do ângulo, em um círculo de 20 milímetros de diâmetro centralizado no centro geométrico da lente; o eixo y é graduado em dioptrias/grau; o eixo x é graduado em graus, e fornece o ângulo θ que uma meia linha que passa através do centro do círculo de 20 milímetros de diâmetro forma com a horizontal; na FIG. 5, pode-se ver que o módulo máximo de derivada é de 0,018 dioptria/grau

e é atingido para um valor de θ próximo de 3.100, isto é, na parte inferior da lente.

A lente nas FIGS. 2 a 5 assegura desse modo que a progressão seja suave, e a adaptação é facilitada para o usuário.

Quantitativamente, isto é refletido pelas seguintes relações:

$A/P_{mer} < 16$ mm (1)

$|dS/d\theta|_{max}/P_{mer} < 0,25$ (2)

e

$C_{max} < A_{nom}$ (3)

Nestas relações,

$|dS/d\theta|_{max}$ é o valor máximo do módulo de derivada tangencial da esfera média no círculo de 20 mm de diâmetro centralizado no centro geométrico da lente;

P_{mer} é o valor máximo da inclinação da esfera média ao longo do meridiano, em dioptrias por milímetro;

C_{max} é o valor máximo do cilindro dentro do círculo de 20 milímetros de diâmetro acima mencionado;

A_{nom} é o valor nominal do aumento da ampliação da lente, em dioptrias.

O valor de 0,25 é desse modo em mm/grau.

A relação (1), conforme explicado acima, limita o comprimento principal de progressão da lente.

A relação 2 reflete o fato que as variações na esfera não são demasiadamente súbitas ao longo do círculo de 20 milímetros de diâmetro.

Ao invés de uma derivada com respeito a um ângulo, pode-se ter usado uma derivada com respeito a um eixo x curvo no círculo. A expressão derivada tangencial da esfera média no círculo significa a derivada da esfera média com respeito ao ângulo θ que uma meia linha que passa através do centro do círculo de 20 milímetros de diâmetro forma com a horizontal; o cálculo dessa derivada é uma operação matemática simples.

Nesta relação, o fator $1/P_{mer}$ é um fator de normalização que torna possível comparar as lentes que têm aumentos de ampliação diferentes.

A terceira relação limita as variações no cilindro na superfície da lente.

A combinação dessas duas relações assegura que as linhas de isoesfera e de isocilindro sejam bem distribuídas sobre a superfície da lente, assegurando desse modo uma progressão muito suave da lente.

A combinação das relações (1), (2) e (3) não é satisfatória para quaisquer das lentes oftálmicas multifocais da técnica anterior, testadas pela requerente. A invenção apresenta, pela primeira vez, essa distribuição das linhas de isocilindro e isoesfera.

As FIGS. 6 a 8 são vistas similares àquelas das FIGS. 2 a 4, mas para uma lente que tem um aumento de ampliação de dois dioptrias e as FIGS. 9 a 11 são similares às FIGS. 2 a 4 mas para uma lente que tem um aumento da ampliação de 3 dioptrias. Nas FIGS. 7 e 8, as linhas de isoesfera e de isocilindro são mostrados respectivamente em etapas de 0,50 dioptria; nas FIGS. 9 e 11, as linhas de isoesfera e de isocilindro são mostradas respectivamente em etapas de 0,25 dioptria.

Para cada lente, as relações (1) a (3) são satisfeitas. No caso da lente das FIGS. 2 a 5, temos:

$A/P_{mer} = 12{,}4$ mm

$|dS/d\theta|_{max}/P_{mer} = 0{,}22$ e

$C_{max} - 0{,}88 < A_{nom} = 1{,}00$ dioptria

Para lentes com aumento de ampliação de 2 e 3 dioptrias, as razões (relações 1 e 2) são substancialmente idênticas; os valores do cilindro máximo são tal como segue:

$C_{max} = 1{,}75 < A_{nom} = 2{,}00$ dioptrias por um lado, e

$C_{max} = 2{,}65 < A_{nom} - 3{,}00$ dioptrias por outro lado.

A invenção apresenta outras características vantajosas que,

em combinação com as relações (1), (2) e (3), tornam possível a melhora do desempenho das lentes da invenção.

Conforme mencionado acima com referência ao FIG. 2, o comprimento principal de progressão é vantajosamente menor do que 16 milímetros; é de 12,4 milímetros para a lente de aumento de ampliação de 1 dioptria, e tem substancialmente o mesmo valor para lentes de aumento de ampliação de 2 e 3 dioptrias. Nas lentes da técnica anterior, um comprimento tão pequeno da progressão geralmente levada à distorção na periferia para o usuário, de acordo com a invenção, graças às condições expressadas pelas relações (1), (2) e (3), este comprimento curto de progressão não leva a nenhuma inconveniência para o usuário.

A invenção também propicia para que a região de visão de perto tenha, no ponto de referência para a visão de perto, uma largura de pelo menos 14,5 milímetros; esta largura é medida na coordenada do eixo y do ponto P, entre as linhas do isocilindro A/2 onde A é o aumento da ampliação, definidas acima. Como pode ser visto na FIG. 3, no caso de um aumento da ampliação de 1 dioptria, a largura da região de visão de perto é de 17 milímetros. Para as lentes que têm aumentos de ampliação de dois e três dioptrias, a largura da região de visão de perto é substancialmente igual a esse valor.

Em uma modalidade da invenção, as regiões de visão de longe compreendem pelo menos um setor formado por duas meias linhas que se originam no centro geométrico da lente, e seu ângulo incluso dirigido para a parte superior da lente é de aproximadamente 150 graus. Como pode ser visto na FIG. 4, no caso de um aumento da ampliação de 1 dioptria, o ângulo β entre as meias linhas correspondentes 19 e 19' é de 153 graus. Para um aumento da ampliação de 2 dioptrias, tal como para um aumento da ampliação de 3 dioptrias, o valor é substancialmente o mesmo. Também deve ser lembrado que a região de visão de perto é limitada, na parte superior da lente, por linhas do isocilindro A/2, onde A é o aumento da ampliação tal como definido acima.

As meias linhas envolvidos estão desenhadas nas FIGS. 8 e 11.

A fim de melhorar a visão binocular, a invenção também propicia que a diferença no cilindro máximo, entre as duas partes da lente limitadas pelo meridiano principal de progressão seja inferior a 0,10 dioptria. No exemplo da FIG. 4, para um aumento da ampliação de 1 dioptria, o cilindro máximo no lado nasal (o lado da mão direita na FIG. 4), é de 0,88 dioptria; no lado temporal, é de 0,83 dioptria. Para a lente da FIG. 8 (aumento de ampliação de 2 dioptrias), os valores correspondentes são de 1,74 e 1,69 dioptrias; para a lente na FIG. 11 (aumento de ampliação de 3 dioptrias), os valores correspondentes são de 2,65 e 2,60 dioptrias.

Vantajosamente, o cilindro na lente é menor do que o aumento da ampliação, preferivelmente menor do que 90% do aumento. Como um exemplo, no caso de um aumento da ampliação de 1 dioptria, o cilindro máximo é de 0,88 dioptrias; é de 1,74 dioptrias para um aumento da ampliação de 2 dioptrias, e de 2,65 para um aumento da ampliação de 3 dioptrias.

Agora serão fornecidos detalhes das várias características que tornam possível a obtenção das várias lentes de acordo com a invenção. Como é conhecido por si mesmo, a superfície das lentes é contínua e continuamente derivável três vezes. Como é do conhecimento dos elementos versados na técnica, a superfície de lentes progressivas é obtida pela otimização digital através do emprego de um computador, fixando condições limitadoras para um determinado número de parâmetros da lente.

Uma combinação das duas relações definidas acima pode ser usada como condições limitadoras com, se apropriado, um ou vários dos critérios definidos acima.

Esses critérios se aplicam tanto para uma lente multifocal progressiva convencional com um ponto de referência na região de visão de longe e um ponto de referência na região de visão de perto, bem como para uma lente multifocal que seja dedicada à visão de perto.

Pode-se vantajosamente começar pela definição, para cada lente da família, de um meridiano principal de progressão. Para isso, são empregados os preceitos do pedido de depósito de patente francês FR-A-2.683.642 acima mencionado. Qualquer outra definição do meridiano principal de progressão pode ser usada, para a aplicação do preceito da invenção.

Obviamente, a presente invenção não é limitada ao que foi descrito: entre outras coisas, a superfície asférica poderia ser a superfície que fica voltada para o usuário das lentes. Além disso, embora não haja nenhuma referência na descrição de lentes que podem ser diferentes para ambos os olhos, naturalmente que isto se aplica de modo óbvio.

REIVINDICAÇÕES

1) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, compreendendo uma superfície asférica que tem em cada ponto sobre ela uma esfera média e um cilindro, sendo que a dita lente tem um aumento de ampliação e compreende uma região de visão de longe VL, uma região de visão de perto VP, uma região de visão intermediaria VI, um meridiano principal de progressão MM' que passa através das três ditas regiões, e um aumento de ampliação, um comprimento principal de progressão conforme aqui definido sendo menor do que 16 mm, caracterizada pelo fato de que:

um valor máximo $|dS/d\theta|max$ de um módulo da derivada tangencial da esfera média em um círculo de 40 mm de diâmetro centralizado em um centro geométrico da dita lente é menor do que um quarto do valor Maximo Pmer de uma inclinação da esfera média ao longo do dito meridiano:

$|dS/de\theta|_{max}/P_{mer} < 0{,}25$

e um valor máximo C_{max} do cilindro dentro do dito círculo é inferior a um aumento de ampliação nominal da dita lente:

$C_{max} < A_{nom}$.

2) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o dito meridiano principal de progressão ser composto por pontos médios de segmentos horizontais que juntam as respectivas linhas formadas pelos pontos onde o cilindro é de 0,50 dioptria.

3) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com a reivindicação 1 ou a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a dita região de visão de perto, delimitada em uma parte superior da dita lente por linhas formadas pelos pontos onde o cilindro é igual a meio aumento de ampliação, tem uma largura que é maior do que 14,5 mm em um ponto de referência para a visão de perto.

4) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizada pelo fato de que a dita região de visão de longe definida em uma parte superior da dita lente pelas linhas formadas por pontos

onde o cilindro é igual a meio aumento de ampliação contém pelo menos um setor angular formado por duas meias linhas dirigidas para cima que se originam em um centro geométrico da dita lente e têm um ângulo incluso de pelo menos 150 graus.

5) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de o cilindro na superfície da dita lente ser menor do que o aumento de ampliação, de preferência menor do que 90% do aumento de ampliação.

6) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de uma diferença nos valores de cilindro máximos nas duas partes da dita lente delimitadas pelo meridiano principal de progressão ser menor do que 0,1 dioptria, de preferência menor do que 0,05 dioptria.

7) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de a lente ser uma lente multifocal dedicada à visão de perto e à visão intermediária, sendo que a dita lente tem um aumento de ampliação definido como uma diferença entre os valores máximo e mínimo da esfera média no dito meridiano de progressão, dentro de um círculo de 20 mm de raio centralizado no centro geométrico da dita lente.

8) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de o comprimento principal de progressão ser definido como uma razão entre o aumento da ampliação e um valor máximo de inclinação da esfera média P_{mer} ao longo do dito meridiano.

9) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de a dita lente ser uma lente multifocal progressiva que tem um ponto de referência para uma região de visão de perto, um ponto de referência para uma região de visão de longe, e um aumento de ampliação definido como uma diferença entre os valores da esfera média nesses dois pontos.

10) **LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL**, de acordo com a reivindicação

9, caracterizada pelo fato de que o comprimento principal de progressão é definido como uma diferença na altura entre o valor do eixo y de um centro de montagem e o valor de um ponto no dito meridiano no qual a esfera média é igual à soma da esfera média no dito ponto de referência para a visão de longe, mais 85% do dito aumento de ampliação.

FIG. 1

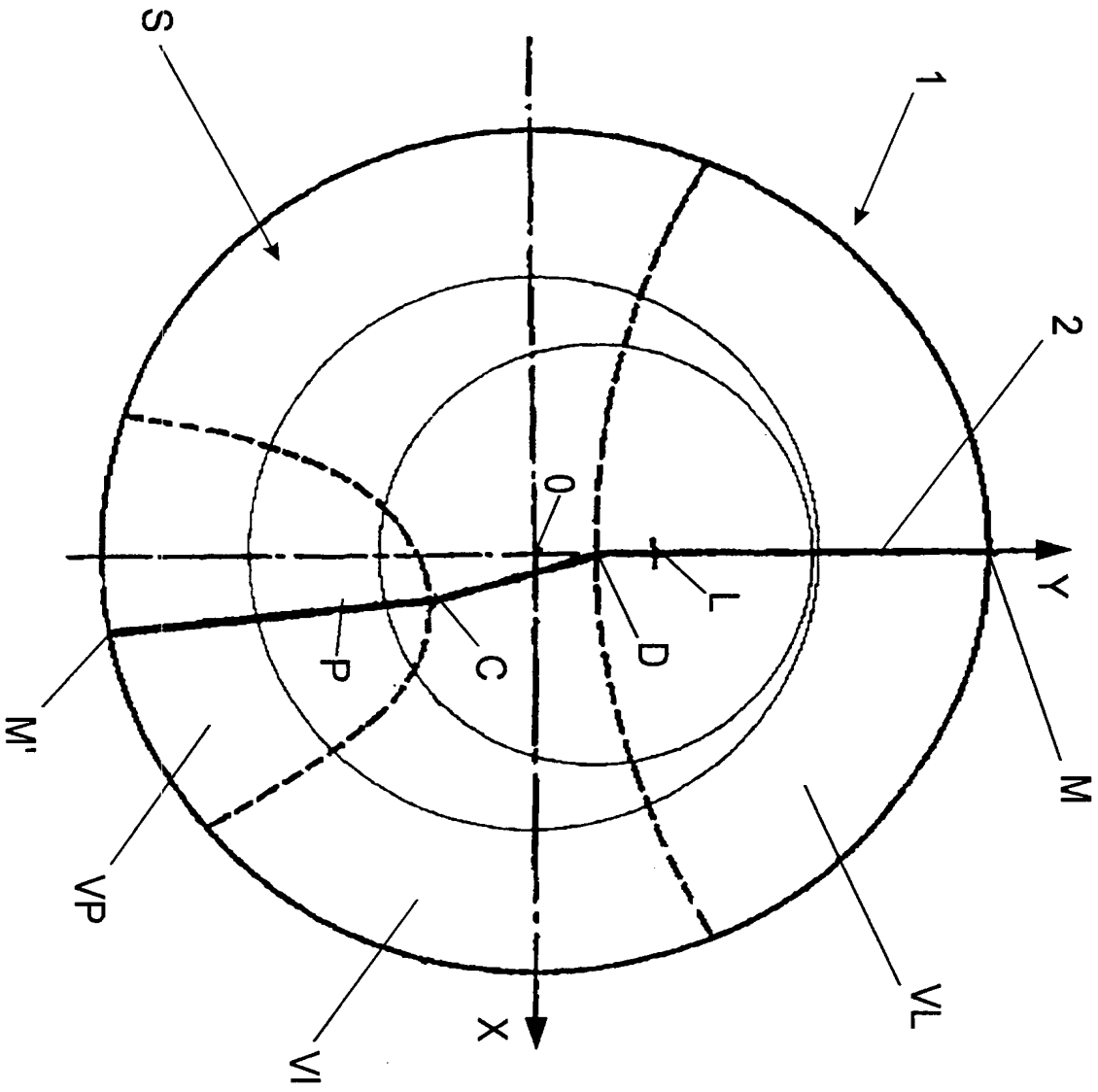


FIG. 2

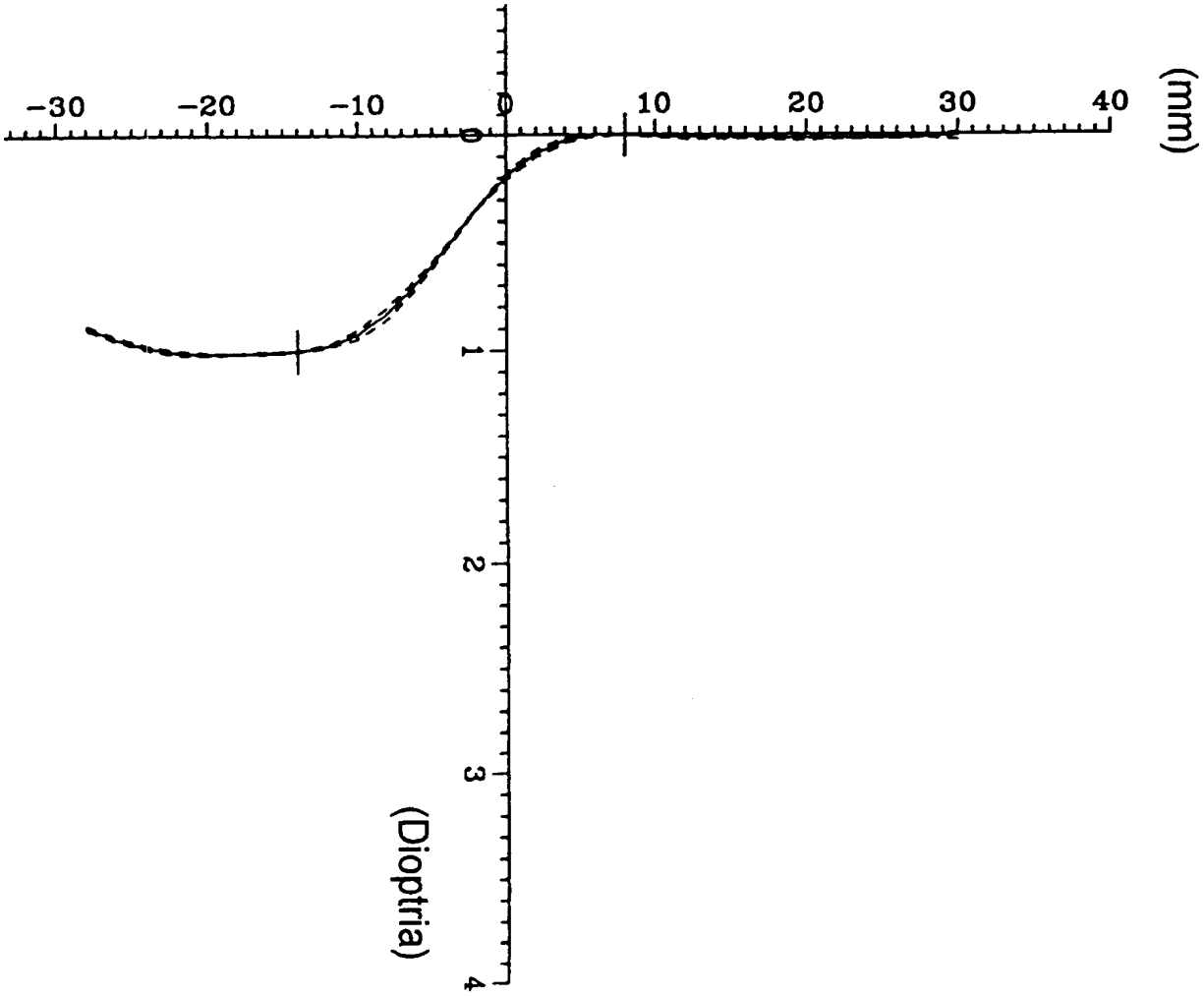


FIG. 3

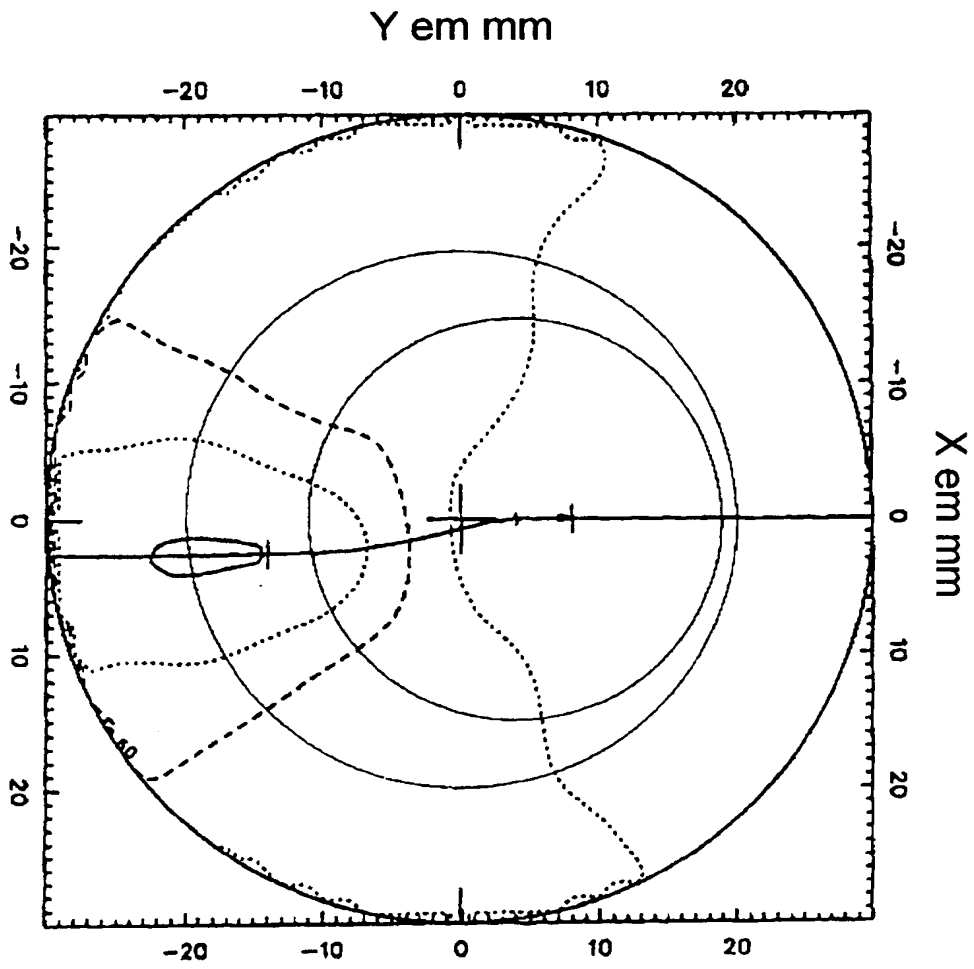


FIG. 4

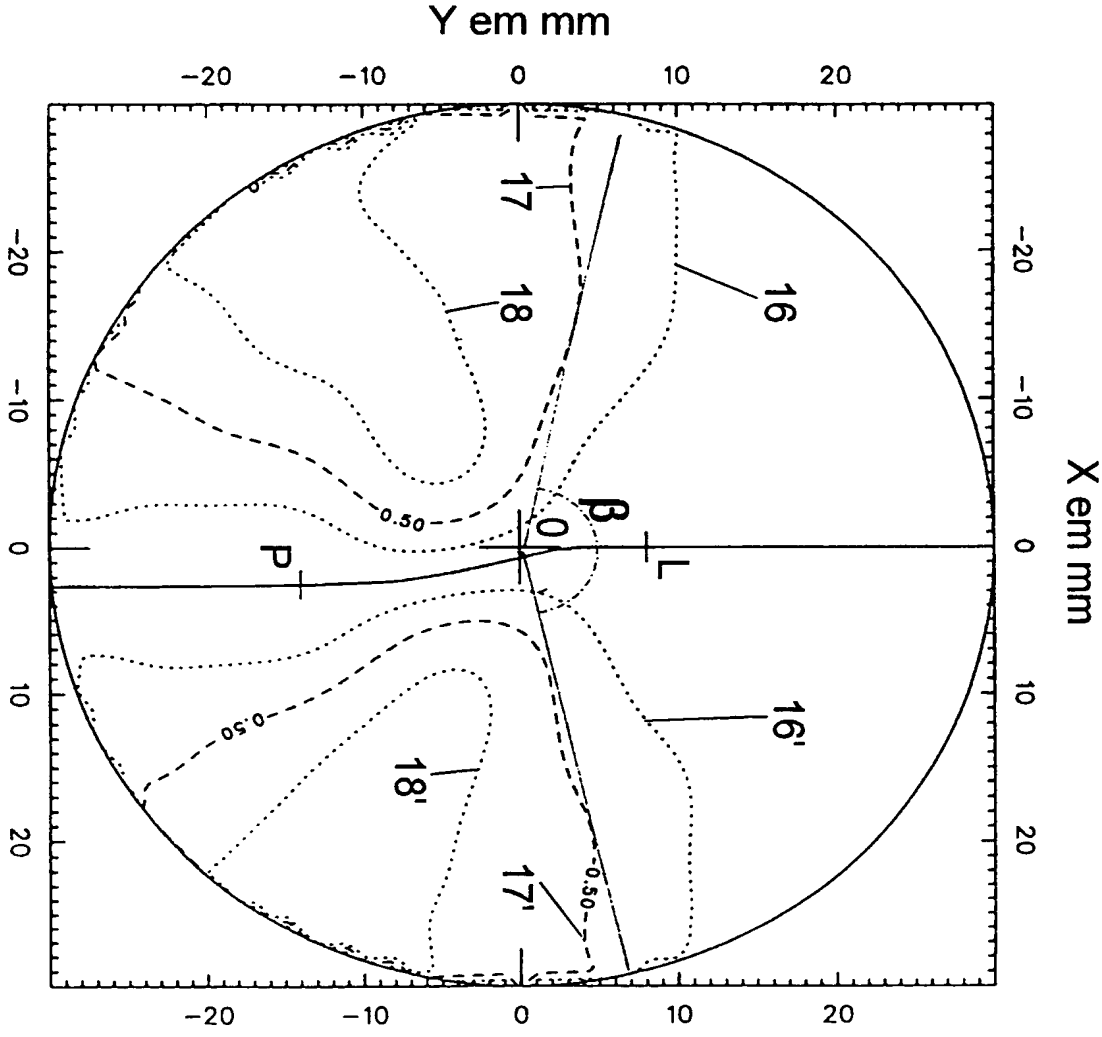


FIG. 5

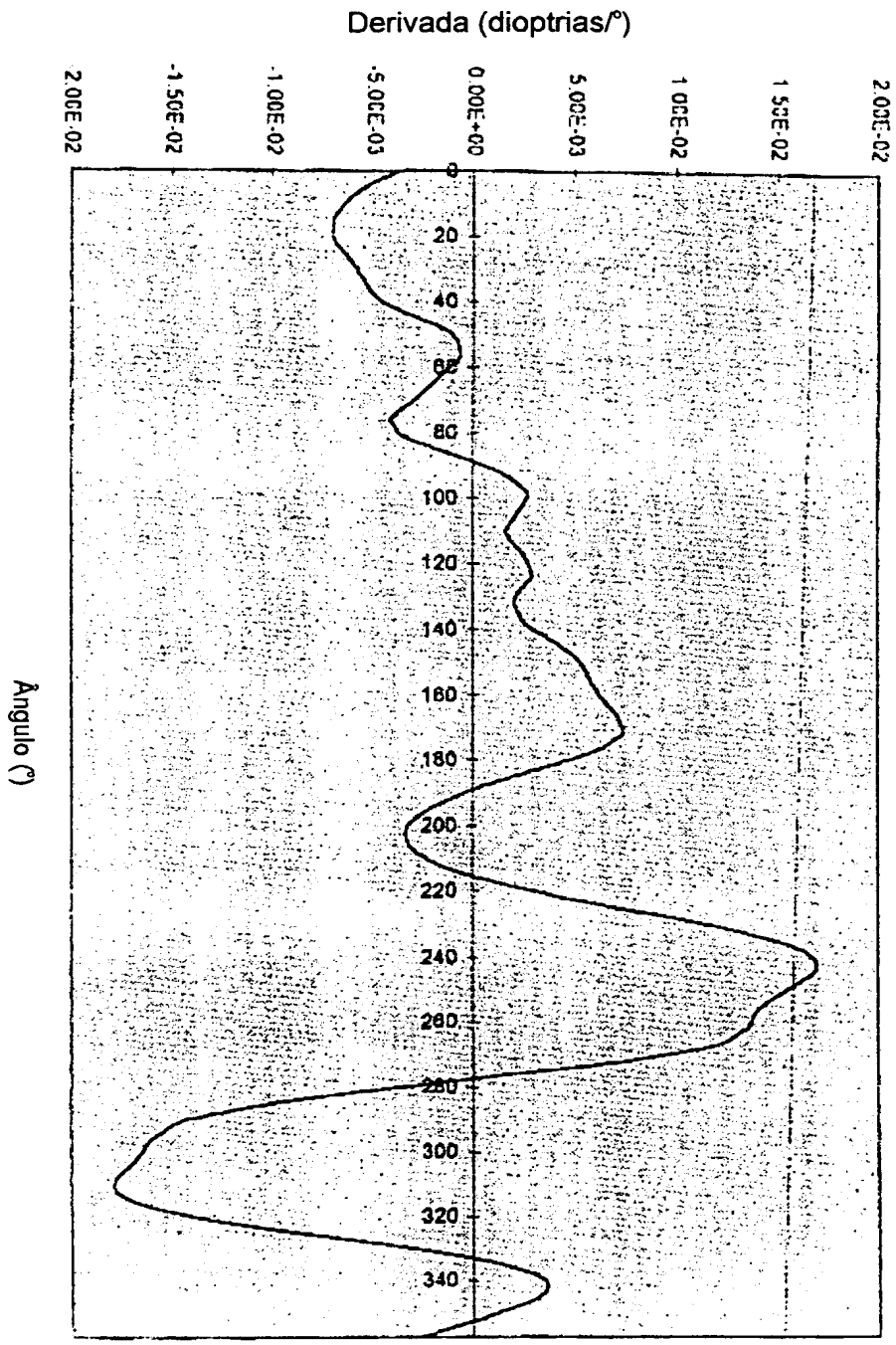

Derivada (dioptrias/°)
2.00E-02
1.50E-02
1.00E-02
5.00E-03
0.00E+00
-5.00E-03
-1.00E-02
-1.50E-02
-2.00E-02
Ângulo (°)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340

FIG. 6

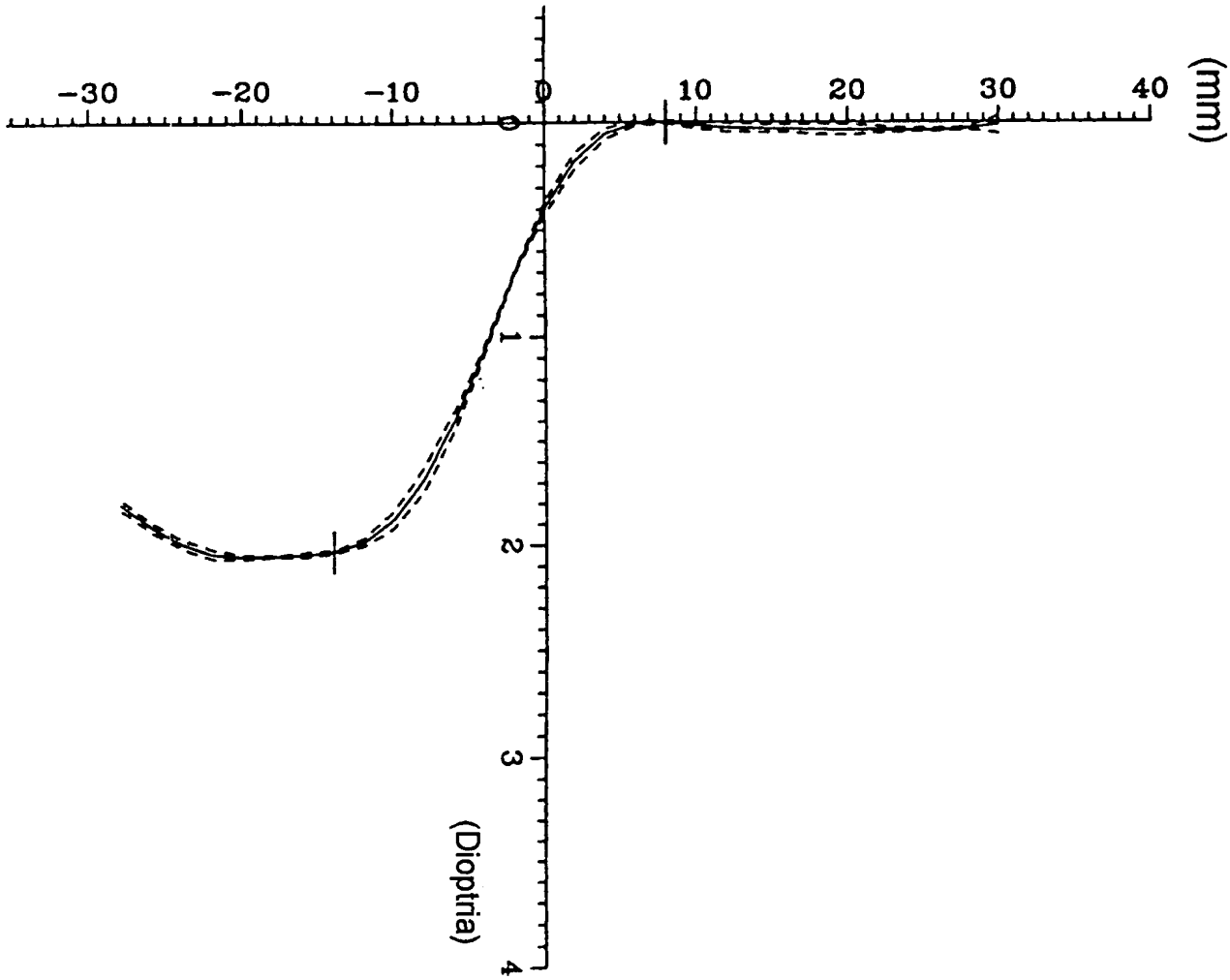


FIG. 7

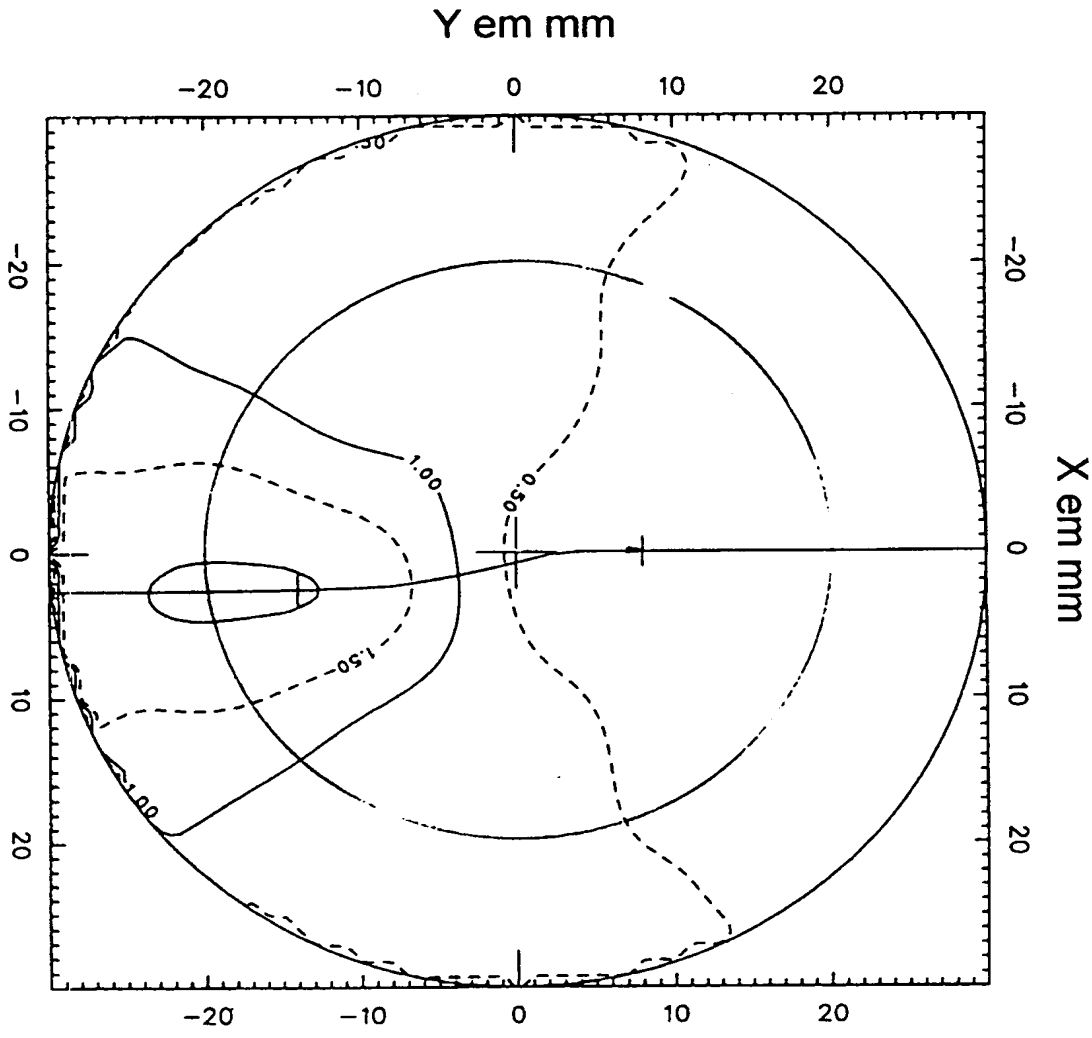
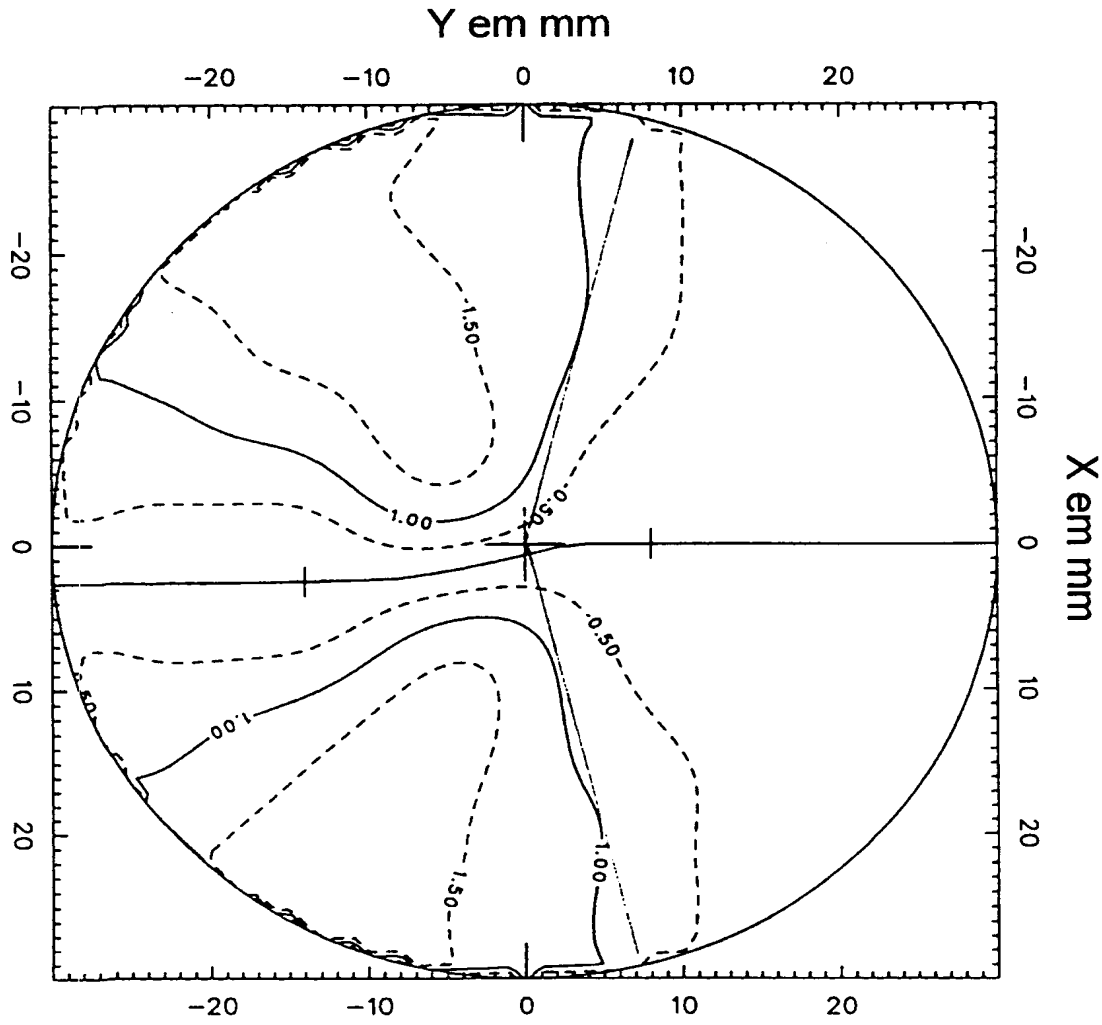


FIG. 8



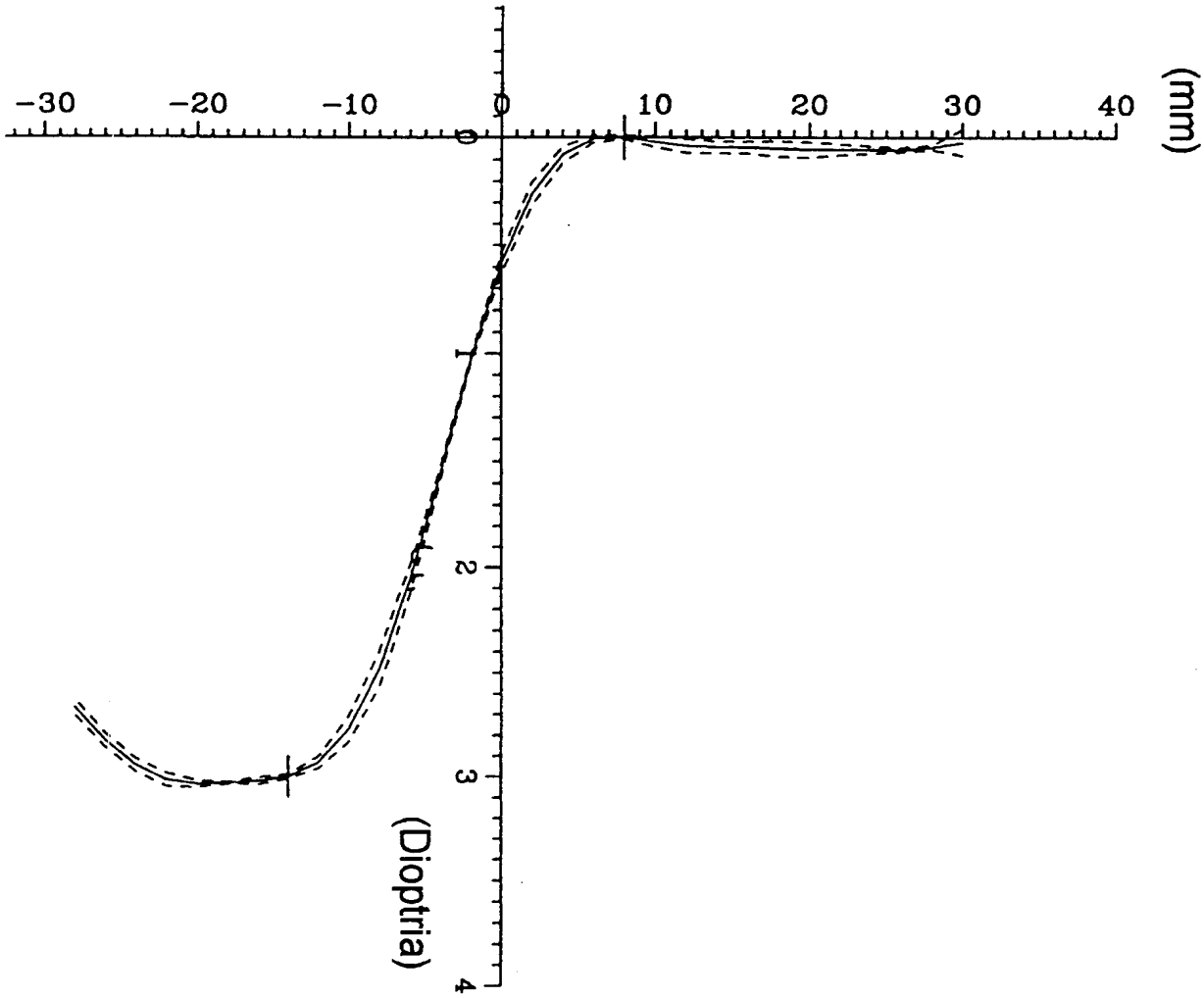


FIG. 9

FIG. 10

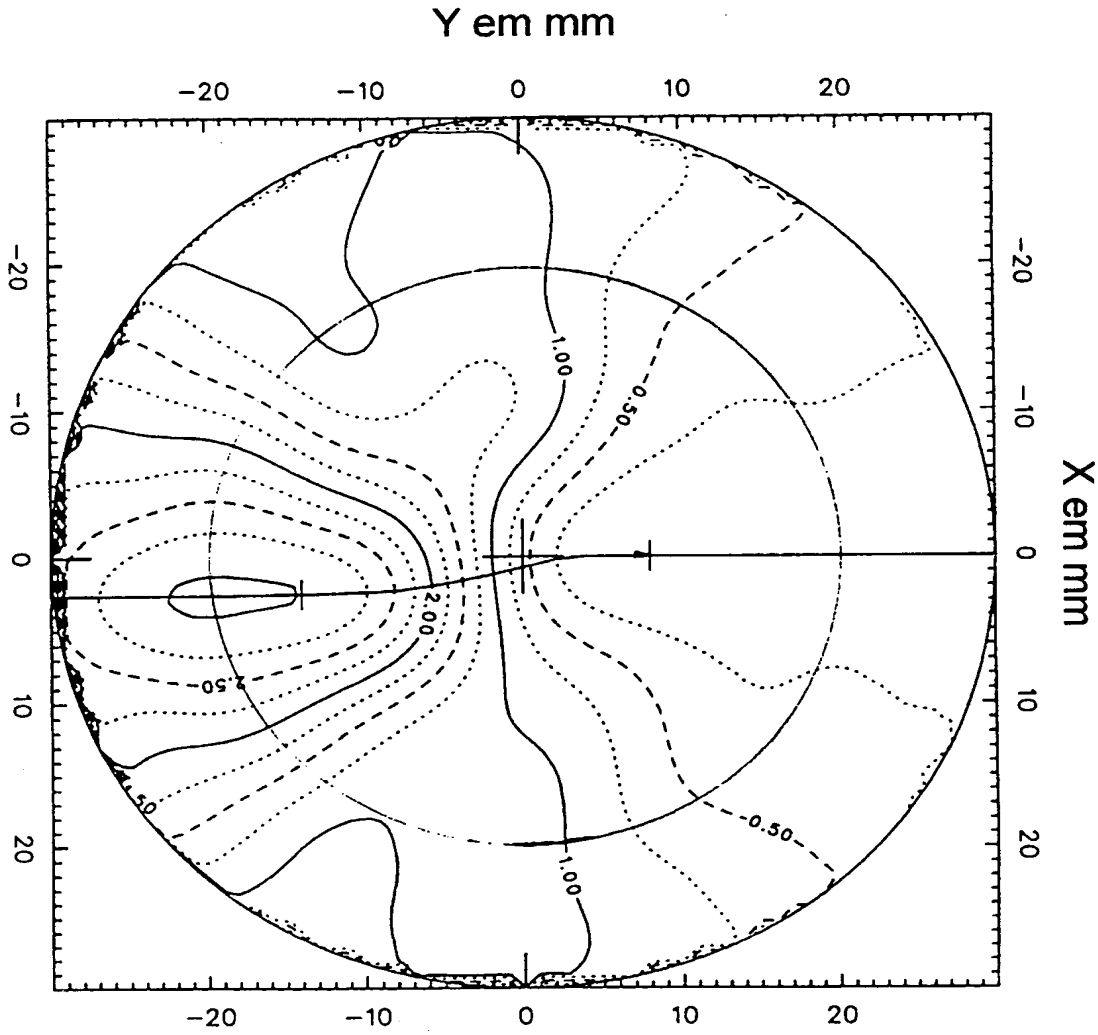
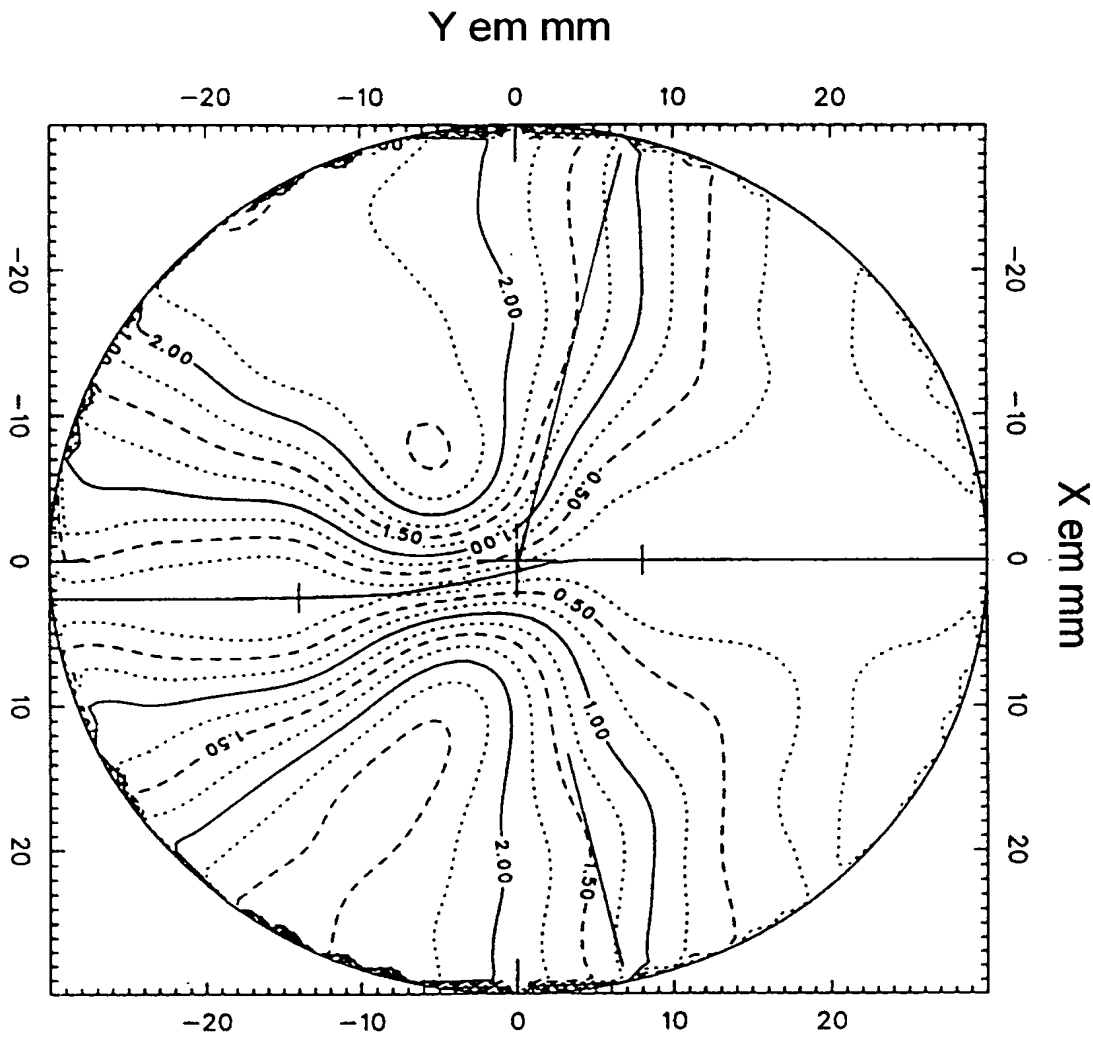


FIG. 11



RESUMO

LENTE OFTÁLMICA MULTIFOCAL, compreendendo uma superfície asférica que tem em cada ponto sobre ela uma esfera média e um cilindro, uma região de visão de longe, uma região de visão de perto uma região de visão intermediária, sendo que o comprimento de progressão, ou seja, o comprimento sobre o qual a potência da lente varia em uma proporção fixa em regiões diferentes da lente, é curto. Para evitar a distorção na periferia da lente que isso iria ocasionar de outro modo, as linhas de isoesfera e de isocilindro são distribuídas sobre a superfície da lente de modo a assegurar que as variações na esfera não sejam demasiadamente súbitas ao longo de um círculo de 20 mm de raio centralizado no centro geométrico da lente, e que as variações no cilindro na superfície da lente dentro desse círculo também sejam muito pequenas. A lente tem uma região de visão de perto ampliada e a progressão é menos perceptível ao usuário.