



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

(11) PI 0614811-5 B1

(22) Data do Depósito: 01/08/2006

(45) Data de Concessão: 16/01/2018



(54) Título: PROCESSO DE MANUFATURA DE UM SISTEMA ÓPTICO

(51) Int.Cl.: G02C 7/02; G02B 3/10; G02B 3/00

(30) Prioridade Unionista: 11/08/2005 EP 05291716.8

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

(72) Inventor(es): PASCAL ALLIONE; GILLES LE SAUX; DENIS MAZUET; JEAN-PIERRE CHAUVEAU

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO DE MANUFATURA DE UM SISTEMA ÓPTICO**".

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um processo de cálculo e/ou um
5 processo de manufatura de um sistema óptico, e, mais particularmente, a
uma lente de poder progressivo. Outros aspectos da invenção refere-se a
um processo de manufatura de um sistema óptico semi-acabado, a um pro-
duto programa de computador para calcular e/ou manufaturar um sistema
óptico, um produto programa de computador para calcular e/ou manufaturar
10 um sistema óptico semi-acabado.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

As lentes de poder progressivo compreendem, tipicamente, uma
região de visão de longe tendo um poder refrativo, uma região de visão pró-
xima tendo um diferente poder refrativo, e uma região progressiva intermedi-
15 ária.

De acordo com uma prática comum, os modelos de lentes pro-
gressivas semi-acabadas são proporcionados por fabricantes de lentes aos
laboratórios de prescrição. Geralmente, um modelo de lente progressiva se-
mi-acabada compreende uma superfície progressiva frontal e uma superfície
20 esférica posterior ("modelo de lente semi-acabada padrão"). Um modelo de
lente semi-acabada padrão, tendo características ópticas adequadas, é en-
tão selecionado com base em uma prescrição. A superfície esférica posterior
é finalmente trabalhada e polida pelo laboratório de prescrição (com base na
curva de base), de modo a obter uma superfície esferotórica satisfazendo a
25 prescrição. Uma lente de poder progressivo satisfazendo a prescrição é as-
sim obtida.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com um aspecto, a invenção refere-se a um processo
de cálculo de um sistema óptico OS, o sistema óptico OS sendo identificado
30 por uma função OF, o sistema óptico OS compreendendo uma primeira par-
te F1, definida por uma primeira equação EF1, e uma segunda parte F2, de-
finida por uma segunda equação EF2, o processo compreendendo:

- uma etapa de geração GEN, na qual um sistema óptico virtual VOS é usado para gerar uma função virtual VOF;

- uma etapa de modificação MOD, na qual a função virtual VOF é modificada de modo a obter a função OF; e

5 - uma etapa de cálculo CAL, na qual a segunda equação EF2 é calculada da função OF e da primeira equação EF1.

O sistema óptico OS pode ser, por exemplo, uma lente de poder progressivo. A função OF pode ser, por exemplo, uma função óptica OF de uma parte de uma função óptica OF. A função óptica OF de um sistema óptico OS é definida como uma função h das propriedades optogeométricas do sistema óptico OS, que podem ser escritas, para um sistema de duas partes compreendendo uma primeira parte F1 e uma segunda parte F2,

$$OF = h(EF1(x,y,z), EF2(x,y,z))$$

15 EF1(x,y,z) definindo as propriedades optogeométricas da parte F1
EF2(x,y,z) definindo as propriedades optogeométricas da parte F2

De acordo com um aspecto da invenção, o sistema óptico virtual VOS compreende uma primeira parte virtual VF1, definida por uma primeira equação virtual EVF1 e uma segunda equação virtual EVF2, e a segunda equação virtual EVF2 definindo a função virtual VOF.

De acordo com um aspecto da invenção, a função virtual VOF é substancialmente igual à função OF.

De acordo com um aspecto da invenção, a etapa de geração compreende selecionar a primeira equação virtual EVF1 em uma base de dados.

De acordo com um aspecto da invenção, o processo compreende ainda uma etapa de modificação de equação, na qual a primeira equação virtual EVF1 é modificada por uso de uma primeira função de modificação N1, de modo a obter uma primeira equação modificada EV'F1, a primeira equação EF1 sendo substancialmente igual à primeira equação modificada EV'F1.

De acordo com o aspecto anterior, a primeira parte virtual VF1

compreende um primeiro volume do sistema óptico virtual, a primeira equação dependente das características optogeométricas do primeiro volume, e em que a primeira função de modificação N1 modifica pelo menos uma das ditas características optogeométricas.

5 De acordo com o aspecto prévio, as características optogeométricas compreendem pelo menos uma característica selecionada entre a equação de uma superfície e o índice óptico de um volume.

De acordo com outro aspecto da invenção, a primeira parte virtual VF1 é uma primeira superfície virtual, e a segunda parte virtual VF2 é
10 uma segunda superfície virtual.

De acordo com o aspecto prévio da invenção, a função OF depende da diferença das equações da primeira superfície e da segunda superfície, e em que uma segunda função de modificação superficial N2 é substancialmente igual à primeira função de modificação superficial N1.

15 De acordo com outro aspecto da invenção, a função OF é uma função óptica OF.

De acordo com um aspecto da invenção, o sistema óptico OS é uma lente de poder progressivo.

De acordo com outro aspecto, a invenção refere-se a um processo de manufatura de um sistema óptico OS, o sistema óptico OS sendo i-
20 dentificado por uma função OF, o sistema óptico OS compreendendo uma primeira parte F1, definida por uma primeira equação EF1, e uma segunda parte F2, definida por uma segunda equação EF2, o processo compreendendo:

- a etapa de geração GEN, a etapa de modificação MOD e a etapa de cálculo CAL como descritas acima, em que a segunda equação EF2
25 é calculada da função OF e da primeira equação EF1;

- proporcionar um sistema óptico semi-acabado MSFOS com um sistema óptico semi-acabado SFOS compreendendo a primeira parte F1; e

- uma etapa de manufatura M2, na qual o sistema óptico semi-acabado MSFOS é manufaturado de modo a ser ainda proporcionado com
30 uma segunda parte F2, seguida pela segunda equação EF2 e para obter o sistema óptico OS.

De acordo com outro aspecto, a invenção refere-se a um processo de manufatura de um sistema óptico OS, o sistema óptico OS sendo identificado por uma função OF, o sistema óptico OS compreendendo uma primeira parte F1, definida por uma primeira equação EF1, e uma segunda parte

5 F2, definida por uma segunda equação EF2, o processo compreendendo:

- a etapa de geração GEN, a etapa de modificação MOD e a etapa de cálculo CAL como descritas acima, em que a segunda equação EF2 é calculada da função OF e da primeira equação EF1;

- uma primeira etapa de manufatura M1, na qual o sistema óptico semi-acabado SFOS, compreendendo a primeira parte F1, é manufaturado de modo a obter um sistema óptico semi-acabado manufaturado MSFOS;

10 e

- uma segunda etapa de manufatura M2, na qual o sistema óptico semi-acabado manufaturado MSFOS é manufaturado de modo a ser dotado ainda com uma segunda parte F2, definida pela segunda equação EF2, e obter o sistema óptico OS.

15

De acordo com a invenção, a primeira etapa de manufatura M1 define as características optogeométricas $EF1(x,y,z)$ da primeira parte F1 do sistema óptico semi-acabado. Desse modo, por seleção de uma segunda

20 parte F2 adequada, a invenção permite a manufatura de um sistema óptico, de modo que $OF = h(EF1(x,y,z), EF2(x,y,z))$.

Em outras palavras, se um sistema óptico semi-acabado for manufaturado de acordo com a primeira etapa de manufatura M1, e for primeiramente intencionado ser modificado para manufaturar um primeiro sistema

25 óptico OS1, tendo uma função óptica OF1, o sistema óptico semi-acabado pode ser vantajosamente usado para manufatura de um segundo sistema óptico OS2, tendo uma segunda função óptica OF2. Nesse aspecto, a segunda equação EF2 tem apenas que ser selecionada de modo que $OF2 = h(EF1(x,y,z), EF2(x,y,z))$ e não $OF1 = h(EF1(x,y,z), EF2(x,y,z))$.

Portanto, o sistema óptico não depende das características apenas do sistema óptico semi-acabado. Isso permite que um fabricante estoque o sistema óptico semi-acabado independentemente do sistema óptico.

30

Desse modo, a invenção permite melhorar o gerenciamento de estoque em um processo de manufatura.

De acordo com um aspecto da invenção, a segunda etapa de manufatura M2 compreende as seguintes subetapas:

5 - uma segunda etapa de modificação MS2, na qual a segunda equação virtual EVF2 é modificada por uso de uma segunda função de modificação N2, de modo a obter uma segunda equação modificada EV'F2, a primeira função de modificação N1 e a segunda função de modificação N2 sendo definidas de tal maneira que o sistema óptico possa ser identificado
10 pela função OF; e

 - uma segunda etapa de manufatura MAN2, na qual a segunda parte F2 do sistema óptico semi-acabado SFOS é manufaturado de modo a obter o sistema óptico OS, a segunda equação EF2 da segunda parte F2 sendo substancialmente igual à segunda equação modificada EV'F2.

15 De acordo com o aspecto prévio, a segunda parte virtual VF2 compreende um segundo volume do sistema óptico virtual VOS, a segunda equação dependente das características optogeométricas do segundo volume, e em que a segunda etapa de modificação N2 modifica pelo menos uma das ditas características optogeométricas.

20 De acordo com outro aspecto, a invenção refere-se a um processo de manufatura de um sistema óptico OS, o sistema óptico OS sendo identificado por uma função OF, o sistema óptico OS compreendendo uma primeira parte F1, definida por uma primeira equação EF1, e uma segunda parte F2, definida por uma segunda equação EF2, o processo compreendendo:

25 - a etapa de geração GEN, a etapa de modificação MOD e a etapa de cálculo CAL como descritas acima, em que a segunda equação EF2 é calculada da função OF e da primeira equação EF1;

 - uma primeira etapa de manufatura M1, na qual o sistema óptico semi-acabado SFOS, compreendendo a primeira parte F2, é manufaturado de modo a obter um sistema óptico semi-acabado manufaturado MSFOS;
30 e

 - uma segunda etapa de manufatura M2, na qual o sistema óptico

co semi-acabado manufaturado MSFOS é manufaturado de modo a ser dotado ainda com uma primeira parte F1, definida pela primeira equação EF1, e obter o sistema óptico OS.

5 Para fins da presente aplicação, o termo "virtual" é usado para definir um sistema óptico, que é calculado e gerado por um computador. De acordo com a presente invenção, o sistema óptico virtual não é intencionado para ser manufaturado como tal.

10 Por geração de um sistema óptico virtual e definindo a função óptica como uma modificação de uma função óptica virtual, pode-se garantir que a etapa de cálculo CAL, de acordo com a invenção, tem uma solução. Por exemplo, se a função óptica OF for substancialmente igual à função óptica virtual VOF, e a primeira equação EF1 for substancialmente igual à primeira equação virtual, a segunda equação virtual EVF2 é uma solução física para a segunda equação EF2.

15 A função óptica virtual pode ser, por exemplo, modificada por uso de dados de prescrição por um profissional de cuidado ocular. Desse modo, por modificação dessa função virtual, a função óptica pode ser mais adaptada às características do olho.

20 Além do mais, por definição da função óptica da modificação de uma função óptica virtual, espaço de memória é economizado. De fato, em vez de armazenar a função óptica para cada cliente específico, o processo de acordo com a invenção permite armazenar uma função virtual geral e modificá-la por uma modificação específica.

25 De acordo com outro aspecto, a etapa de geração de acordo com a invenção compreende selecionar a primeira equação virtual em uma base de dados.

Por seleção da primeira equação virtual em uma base de dados das equações virtuais conhecidas, pode-se garantir que os desempenhos do sistema óptico podem ser aqueles de um sistema existente.

30 Além do mais, evitando-se o cálculo de uma primeira equação específica e por seleção da equação em uma base de dados, tempo de cálculo é economizado.

De acordo com outro aspecto da invenção, o processo compreende ainda uma etapa de modificação de equação, na qual a primeira equação virtual EVF1 é modificada por uso de uma primeira função de modificação N1, de modo a obter uma primeira equação modificada EV'F1, a primeira equação EF1 sendo substancialmente igual à primeira equação modificada EV'F1.

A primeira função de modificação N1 pode ser, por exemplo, disposta para modificar as características optogeométricas da primeira parte virtual VF1, de modo que:

$$OF1 = h(N1(x,y,z), EF2(x,y,z))$$

Proporcionando-se um sistema óptico semi-acabado padrão em laboratórios de prescrição, fica muito fácil obter dados que podem ser considerados pelo fabricante de lentes como dados secretos. Isso pode ser obtido, por exemplo, por uso de sistemas de medida tridimensionais. Os dados secretos podem ser, por exemplo, os dados relativos à geometria da face progressiva do modelo de lente semi-acabada. Os dados secretos pode ser também, por exemplo, quaisquer características optogeométricas, em particular as equações das superfícies definindo as duas partes, ou o índice óptico das duas partes, ou quaisquer combinações deles.

Por uso da primeira função de modificação, para modificar as primeiras partes de um sistema óptico virtual VOS, para manufaturar um sistema óptico semi-acabado e um sistema óptico tendo a função óptica requerida, os dados secretos são divididos entre as primeira e segunda partes do sistema óptico. Desse modo, fica mais difícil deduzir os dados secretos por uso de um sistema de medida.

A invenção também diz respeito a um produto programa de computador para um dispositivo de processamento de dados, o produto programa de computador compreendendo um conjunto de instruções, em que, quando carregado no dispositivo de processamento de dados, faz com que o dispositivo execute pelo menos uma das etapas do processo de acordo com a invenção, para um sistema óptico, ou para um sistema óptico semi-acabado.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

O assunto considerado como a invenção é particularmente indicado e distintamente reivindicado na parte conclusiva do relatório descritivo. A invenção, no entanto, tanto na organização quanto no processo operacional, juntamente com os objetos, aspectos e vantagens dela, pode ser melhor entendida por referência à seguinte descrição detalhada, quando lida com os desenhos em anexo, em que:

a figura 1A mostra uma representação gráfica de uma disposição de poder;

10 a figura 1B mostra uma representação gráfica de uma disposição de astigmatismo;

a figura 1C mostra um exemplo de dados usados para determinar a função óptica de um sistema óptico;

a figura 1D mostra os dados de longitude e latitude usados para representar a disposição de poder e a disposição de astigmatismo;

15 a figura 2 é uma diagrama de blocos do processo de manufatura de acordo com a invenção;

a figura 3 é uma diagrama de blocos de uma concretização do processo de manufatura de acordo com a invenção;

20 a figura 4A ilustra esquematicamente um sistema virtual gerado de acordo com a presente invenção;

a figura 4B ilustra esquematicamente um sistema virtual modificado de acordo com a presente invenção;

a figura 5A ilustra esquematicamente um sistema virtual gerado de acordo com a presente invenção;

25 a figura 5B ilustra esquematicamente um sistema óptico semi-acabado manufaturado de acordo com a presente invenção;

a figura 5C ilustra esquematicamente um sistema óptico manufaturado de acordo com a presente invenção;

30 a figura 6A corresponde a um sistema óptico semi-acabado como na figura 5B; e

a figura 6B ilustra esquematicamente um sistema óptico manufaturado de acordo com a presente invenção, em que o índice óptico foi modi-

ficado para satisfazer a função óptica.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A menos que indicado especificamente de outro modo, como evidente das discussões apresentadas a seguir, considera-se que por todo o
5 relatório descritivo, a utilização de termos, tais como "computar", "calcular", "gerar" ou similares, refere-se à ação e/ou aos processos de um computador ou sistema de computação, ou um dispositivo de computação eletrônico similar, que manipulam e/ou transformam os dados representados como quantidades físicas, tais como eletrônicas, dentro dos registros e/ou memórias do
10 sistema de computação em outros dados representados similarmente como quantidades físicas dentro das memórias, registros ou de outros desses dispositivos de armazenamento, transmissão ou exibição de informações dos sistemas de computação.

As concretizações da presente invenção podem incluir aparelhos
15 para executar as operações aqui apresentadas. Esse aparelho pode ser especialmente construído para os fins desejados, ou pode compreender um computador geral ou um Processador de Sinal Digital ("DSP") ativado ou reconfigurado seletivamente por um programa de computador, armazenado no computador. Esse programa de computador pode ser armazenado em
20 um meio de armazenamento legível por computador, tal como, mas não limitado a, qualquer tipo de disco, incluindo discos flexíveis, discos ópticos, CD-ROMs, discos optomagnéticos, memórias exclusivas de leitura (ROMs), memórias de acesso aleatório (RAMs), memórias exclusivas de leitura programáveis eletricamente (EPROMs), memórias exclusivas de leitura progra-
25 máveis e apagáveis eletricamente (EEPROMs), cartões magnéticos ou ópticos, ou quaisquer outros tipos de meios adequados para armazenar instruções eletrônicas, e capazes de serem acoplados a um barramento de sistema computadorizado.

Os processos e as exibições aqui apresentados não são inere-
30 rentemente relacionados a qualquer computador ou outro aparelho particular. Vários sistemas gerais podem ser usados com programas de acordo com os ensinamentos da presente invenção, ou podem provar ser conveni-

entes para construir um aparelho mais especializado para conduzir o processo desejado. A estrutura desejada para uma variedade desses sistemas vai aparecer da descrição abaixo. Além disso, as concretizações da presente invenção não são descritas com referência a qualquer linguagem de programação particular. Vai-se considerar que várias linguagens de programação podem ser usadas para implementar os ensinamentos da invenção, como aqui descritos.

A função óptica OF de um sistema óptico OS pode ser definida como se segue:

- 10 (1) $OF(x,y,z) = MAT(x,y,z) + PRES$; ou
 (2) $OF(x,y,z) = MAT(PUI(x,y,z); AST(x,y,z) + PRES$; ou
 (3) $OF(x,y,z) = H(F1(x,y,z); F2(x,y,z); n(x,y,z))$
 MAT sendo uma disposição de poder e astigmatismo;
 PUI sendo uma disposição de poder;
 15 AST sendo uma disposição de astigmatismo;
 PRES sendo dados de prescrição;
 F1 e F2 sendo as equações da primeira face e da segunda face do sistema óptico; e
 n sendo o índice óptico.

20 Deve-se notar que se o índice óptico for constante, a função óptica OF de um sistema óptico pode ser definida como se segue:

$$(4) OF(x,y,z) = H(F1(x,y,z); F2(x,y,z))$$

Um exemplo de representação gráfica de uma disposição de poder PUI e de uma disposição de astigmatismo AST é mostrado na figura 1A e na figura 1B. Essas disposições (PUI, AST) foram obtidas por uma elaboração adequada para um usuário com adição de emetropia 2. Na figura 1D ilustrada, a direção do olhar fixo é definida por dois ângulos, a latitude α e a longitude β do centro de rotação do olho. As aberrações são calculadas para cada direção de olhar fixo, para obter a disposição MAT e a disposição PUI.

30 Os dados de prescrição PRES são conhecidos daqueles versados na técnica e são relacionados com os dados usuais proporcionados por um profissional de cuidado ocular, tais como esfera, cilindro, eixo, prisma,

adição de poder. Dados adicionais proporcionados por um óptico podem ser usados, se disponíveis.

Vantajosamente, mas não limitado, no campo oftálmico, a função óptica pode ser obtida por adição dos valores prescritos de poder e astigmatismo às disposições específicas, respectivamente, PUI e AST. Em geral, essas disposições específicas podem ser proporcionadas, por exemplo, a cada adição e tipo de ametropia (miopia, hiperopia e emetropia).

Para melhor entender a invenção, um processo de manufatura de um sistema óptico OS, na forma de uma lente de poder progressivo, vai ser descrito a seguir detalhadamente. Nesse exemplo particular, o índice óptico pode ser selecionado para ser constante. A função óptica de um sistema óptico pode ser assim definida da seguinte maneira:

$$(5) \text{ OF}(x,y,z) = H(F1(x,y,z); F2(x,y))$$

Como ilustrado na figura 2, o processo de manufatura de uma lente de poder progressivo OS compreende uma etapa de manufatura M1, na qual um sistema óptico semi-acabado, compreendendo uma primeira parte F1, é manufaturado. A primeira parte F1 é definida por uma primeira equação EF1, que é, por exemplo, a equação de uma superfície externa. Um sistema óptico semi-acabado manufaturado MSFOS é assim obtido.

De acordo com a invenção, a equação da segunda parte EF2 é então determinada em uma etapa de cálculo CAL, a partir da função óptica e da equação da primeira parte EF1. As equações (5) e (4) são usadas para determinar essa equação da função óptica OF e a equação da primeira superfície EF1.

A etapa de cálculo CAL pode ser conduzida por uso de um processo de traçamento de raio ou um algoritmo de otimização. Esses métodos são conhecidos daqueles versados na técnica, por exemplo, na publicação "Application of optimization in computer-aided ophthalmic lens design" (P. Allione, F. Ahsbhs e G. Le Saux, em SPIE vol. 3737, EUROPTO Conference on Design and Engineering of Optical Systems, maio de 1999), que é incorporada por referência no presente documento.

Em uma segunda etapa de manufatura M2, o sistema óptico

semi-acabado manufaturado MSFOS é manufaturado de modo a obter uma segunda parte da equação EF2. Isso pode ser feito por qualquer processo conhecido na técnica de manufatura de lentes, como descrito, por exemplo, na patente U.S. concedida referida com o número de concessão U.S. 6.558.586 B1, cujo conteúdo é incorporado por referência.

O sistema óptico semi-acabado manufaturado MSFOS, ainda dotado com uma segunda parte F2 da equação EF2, forma parte do sistema óptico OS.

Em uma concretização particular, a função óptica OF do sistema óptico OS a ser manufaturado é baseada em uma função óptica virtual VOF.

Em uma etapa de geração de sistema óptico virtual GEN, uma lente de poder progressivo virtual VOS, tendo uma função óptica virtual VOF, é gerada. Como ilustrado nas figuras 4A e 4B, a lente de poder progressivo virtual VOS compreende uma primeira face virtual VF1, que é definida por uma primeira equação EVF1. A lente de poder progressivo virtual VOS compreende ainda uma segunda face virtual VF2, que é definida por uma segunda equação EVF2.

A função óptica virtual VOF pode ser depois modificada em uma etapa de modificação, MOD, para obter uma função óptica OF. O sistema óptico virtual modificado MVOS tem uma primeira face modificada MVF1 e uma segunda face modificada MVF2.

A modificação MOD pode ser feita por uso dos dados de prescrição de um profissional de cuidado ocular, a serem adaptados à prescrição.

A modificação MOD pode ser, sem limitação, uma transformação isométrica, tal como um desvio, simetria, translação ou metamorfose do sistema óptico virtual VOS.

Se a modificação for selecionada como a função de identidade, o sistema óptico virtual modificado é o sistema óptico virtual, e a função óptica é substancialmente igual à função óptica virtual.

Uma função óptica virtual VOF preestabelecida pode ser depois recuperada diretamente de uma base de dados, para definir as características optogeométricas do sistema óptico virtual.

A etapa de modificação MOD pode ser então usada para adaptar essa função óptica virtual VOF às necessidades de um usuário particular.

Por exemplo, se uma base de dados contendo a função óptica virtual estiver disponível, pode-se selecionar, em meio da base de dados, uma função óptica virtual correspondente às características gerais do usuário. Uma adaptação mais precisa dessa função óptica virtual é então feita em uma etapa de modificação MOD, para adaptar o sistema óptico OS às necessidades mais precisas do usuário.

Como ilustrado na figura 3, de acordo com um outro aspecto, o processo de manufatura de uma lente de poder progressivo OS compreende uma primeira etapa de manufatura M1 e uma segunda etapa de manufatura M2. Compreende ainda uma etapa de geração de sistema óptico virtual GEN e uma primeira etapa de modificação MS1.

Na etapa de geração de sistema óptico virtual, uma lente de poder progressivo virtual VOS, tendo uma função óptica virtual VOF, é gerada. Como ilustrado na figura 5A, a lente de poder progressivo virtual VOS compreende uma primeira face virtual VF1, que é definida por uma primeira equação EVF1. A lente de poder progressivo virtual VOS compreende ainda uma segunda face virtual VF2, que é definida por uma segunda equação EVF2. A primeira equação EVF1 e a segunda equação EVF2 são selecionadas de modo que:

$$VF(x,y,z) = vh(EVF1(x,y,z), EVF2(x,y,z))$$

EVF1(x,y) e EVF2(x,y) podem ser definidas, por exemplo, de modo que a função óptica VF da lente de poder progressivo virtual VOS seja substancialmente igual à função óptica OF da lente de poder progressivo OS.

Como ilustrado na figura 3, em uma primeira etapa de modificação MS1, a primeira equação EVF1(x,y) é modificada, por exemplo, por adição de uma primeira função de codificação N1(x,y), de modo a obter uma equação modificada EV'F1, definida da seguinte maneira:

$$EV'F1(x,y) = EVF1(x,y) + N1(x,y)$$

Depois, em uma primeira etapa de manufatura M1, uma primeira superfície F1 de um sistema óptico semi-acabado SFOS é manufaturada. A

equação EF1 da primeira superfície F1 é definida como se segue:

$$EVF1(x,y) = EV'F1(x,y)$$

Um sistema óptico semi-acabado SFOS é assim obtido. A manufatura do sistema óptico semi-acabado SFOS pode ser feita por qualquer processo conhecido na técnica de manufatura de lentes, como descrito, por exemplo, na patente U.S. concedida referida com o número de concessão U.S. 6.558.586 B1, cujo conteúdo é incorporado por referência. Deve-se notar que, a primeira função de codificação N1(x,y) é um dado secreto, que é apenas conhecido daquele que implementa o processo de manufatura da invenção. A primeira função de codificação N1 pode ser, mais geralmente, qualquer transformação secreta da função EVF1(x,y), de modo que:

$$EF1(x,y) = N1[EVF1(x,y)]$$

Desse modo, quando da análise do sistema óptico semi-acabado SFOS, vai ser mais difícil que terceiros acessem os dados secretos EVF1(x,y) e EVF2(x,y).

Como ilustrado na figura 3, o processo de manufatura de uma lente de poder progressivo compreende ainda uma segunda etapa de manufatura M2. A segunda etapa de manufatura M2 compreende uma segunda subetapa de modificação MS2 e uma segunda subetapa de manufatura MAN2.

Na segunda subetapa de manufatura MS2, a segunda equação EVF2(x,y) é modificada, por exemplo, por adição de uma segunda etapa de codificação N2(x,y), de modo a obter uma segunda equação modificada EV'F2(x,y), definida da seguinte maneira:

$$EV'F2(x,y) = EVF2(x,y) + N2(x,y)$$

A segunda função de codificação N2(x,y) é selecionada de modo que:

$$OF(x,y) = h(N1EVF1(x,y), N2[EVF2(x,y)])$$

Deve-se entender que outras restrições podem ser adicionadas na seleção das primeira e segunda funções de codificação N1 e N2. Essas restrições podem ser ligadas, por exemplo, ao tempo de cálculo ou a outras restrições definidas pelos laboratórios de manufatura.

Depois, em uma segunda subetapa de manufatura MAN2, uma

segunda face F2 do sistema optico semi-acabado SFOS é manufaturada de modo a obter a lente de poder progressivo OS. A superfície da segunda face F2 da lente de poder progressivo OS é definida pela segunda equação modificada $EV'F2(x,y)$.

- 5 Deve-se entender que as primeira e segunda faces F1, F2 da lente de poder progressivo OS devem satisfazer às restrições definidas pela função óptica OF.

Quando a função óptica é uma função da diferença das equações das superfícies, isto é, $OF = h(EF2(x,y,z) - EF1(x,y,z))$, a segunda função de codificação preferida $N2(x,y)$ é substancialmente igual a $N1(x,y)$.

De acordo com uma vantagem da invenção, as primeira e segunda funções de codificação N1 e N2 apenas dependem do sistema óptico OS a ser manufaturado. Um sistema óptico semi-acabado SFOS, dotado com uma primeira face F1 da equação $EF1(x,y) = N1[EVF1(x,y)]$, pode ser desse modo usado, por exemplo, para manufaturar um sistema óptico OS1, tendo uma função óptica OF1. Mas o mesmo sistema óptico semi-acabado SFOS pode ser também usado para manufaturar um sistema óptico OS2, tendo uma função óptica OF2. Nesse caso, a segunda função de codificação N2 tem que ser selecionado de modo que $OF2(x,y) = h(N1EVF1(x,y), N2(EVF2(x,y)))$. O controle de estoque de sistema óptico semi-acabado SFOS pode ser desse modo feito por associação dos sistemas ópticos semi-acabados SFOS com o sistema óptico a ser manufaturado. Alternativamente, o controle de estoque de sistemas ópticos semi-acabados SFOS pode ser feito independentemente do sistema óptico final, por seleção das funções de modificação adequadas. O controle de estoque no processo de manufatura é, portanto, aperfeiçoado.

A descrição detalhada acima com referência aos desenhos ilustra um processo de manufatura de um sistema óptico OS, o sistema óptico OS sendo identificado por uma função OF, o sistema óptico OS compreendendo uma primeira parte F1, definida por uma primeira equação EF1, e uma segunda parte F2, definida pela segunda equação EF2, o processo compreendendo:

- uma etapa de cálculo CAL, na qual a segunda equação EF2 é calculada da função OF e da primeira equação EF1;

- uma primeira etapa de manufatura M1, na qual o sistema óptico semi-acabado SFOS, compreendendo a primeira parte F1, é manufaturado de modo a obter um sistema óptico semi-acabado manufaturado MSFOS;
5 e

- uma segunda etapa de manufatura M2, na qual o sistema óptico semi-acabado manufaturado MSFOS é manufaturado de modo a ser dotado ainda com uma segunda parte F2, definida pela segunda equação EF2,
10 e obter o sistema óptico OS.

As características mencionadas acima podem ser implementadas em várias diferentes maneiras. Para ilustrar isso, algumas alternativas são sucintamente indicadas.

A primeira parte e a segunda parte podem corresponder a qualquer volume ou superfície do sistema óptico.
15

A primeira parte e a segunda parte podem ser, por exemplo, uma primeira face e uma segunda face do sistema óptico, correspondentes às superfícies ópticas frontal e posterior, ou um primeiro volume e um segundo volume do sistema óptico, correspondentes a uma parte posterior e uma parte frontal do sistema. As características optogeométricas podem ser,
20 por exemplo, as equações das superfícies definindo as duas partes, ou o índice óptico das duas partes, ou quaisquer combinações delas.

O cálculo da segunda equação EF2 da função OF e a primeira equação EF1 na etapa de cálculo CAL podem ser conduzidos por qualquer
25 algoritmo conhecido na técnica de cálculo em sistemas ópticos.

A descrição detalhada acima, com referência aos desenhos, também ilustra um processo, que compreende ainda as seguintes etapas:

- uma etapa de geração GEN, na qual um sistema óptico virtual VOS é usado para gerar uma função virtual VOF, o sistema óptico virtual VOS compreendendo uma primeira parte virtual VF1, definida por uma primeira equação virtual EVF1, e uma segunda parte virtual VF2, definida por uma segunda equação virtual EVF2, a primeira equação virtual EVF1 e a
30

segunda equação virtual EVF2 definindo a função virtual VOF; e

- uma etapa de modificação MOD, na qual a função virtual VOF é modificada de modo a obter a função OF.

A modificação MOD pode ser, sem limitação, uma transformação isométrica, tal como um desvio, simetria, translação ou metamorfose do sistema óptico virtual VOS.

A descrição detalhada acima, com referência aos desenhos, também ilustra um processo, que compreende ainda uma etapa de modificação de equação, na qual a primeira equação virtual EVF1 é modificada por uso de uma primeira função de modificação N1, de modo a obter uma primeira equação modificada EV'F1, a primeira equação EF1 sendo substancialmente igual à primeira equação modificada EV'F1.

A primeira função de modificação N1 pode ser, por exemplo, uma função de codificação ou uma função de ruído. A função de ruído pode ser qualquer função descontínua, tal como, por exemplo, uma função difrativa, em particular uma função de Fresnel. Vantajosamente, a função descontínua tem um corte de frequência espacial, que é, de preferência, inferior a 1 mm^{-1} (1/1 milímetro). A função de ruído também pode ser, por exemplo, uma função de ruído branco. Mais geralmente, a primeira função N1 pode ser qualquer função disposta para modificar as características optogeométricas das partes ou superfícies de um sistema óptico.

A descrição detalhada também ilustra um processo de manufatura de um sistema óptico OS, em que a segunda etapa de manufatura M2 compreende as seguintes subetapas:

- uma segunda etapa de modificação MS2, na qual a segunda equação virtual EVF2 é modificada por uso de uma segunda função de modificação N2, de modo a obter uma segunda equação modificada EV'F2, a primeira função de modificação N1 e a segunda função de modificação N2 sendo definidas de tal maneira que o sistema óptico possa ser identificado pela função OF; e

- uma segunda etapa de manufatura MAN2, na qual a segunda parte F2 do sistema óptico semi-acabado SFOS é manufaturado de modo a

obter o sistema óptico OS, a segunda equação EF2 da segunda parte F2 sendo substancialmente igual à segunda equação modificada EV'F2.

A segunda função de modificação N2 pode ser, por exemplo, uma função de codificação ou uma função de ruído, em particular uma função de ruído branco.

As funções descritas aqui foram apresentadas em coordenadas cartesianas (x,y,z), mas deve-se entender que qualquer coordenada pode ser usada no processo de acordo com a invenção.

Na descrição detalhada, as equações das superfícies dos sistemas foram modificadas. Deve-se entender que quaisquer outras características optogeométricas podem ser modificadas. Como ilustrado nas figuras 6A e 6B, a segunda função de modificação N2 pode ser uma modificação do índice óptico $n_2(x,y,z)$ em uma parte P2 do sistema óptico modificado. Essa modificação é indicada por linhas pontilhadas na figura 4B. Portanto, N2 tem que ser selecionado de modo que $OF1 = h(N1(x,y,z), N2(x,y,z))$. Qualquer modificação nas características optogeométricas do sistema, nas características superficiais ou nas características volumétricas, também pode ser selecionada, desde que respeite a função óptica OF ou uma parte específica da função óptica OF do sistema óptico.

Além do mais, nos exemplos acima, a função F era uma função óptica OF. Mas a função F pode ser também uma parte dessa função óptica OF. Por exemplo, para um determinado sistema óptico, tendo uma função óptica OF dada pela equação $OF(x,y,z) = MAT(x,y,z) + PRES$, a função F pode ser definida pela disposição de poder e astigmatismo MAT. Nesse caso, as funções de modificação N1 e N2 são tais que $MAT = g(EVF1, EVF2)$, e $MAT = g(N1(EVF2), N2(EVF2))$. Mais geralmente, a função F pode ser qualquer função disposta para identificar ou definir um sistema óptico OS.

Outros exemplos são dados para ilustrar a presente invenção com casos detalhados e concretos, sem qualquer limitação nas outras aplicações concretas.

Exemplo 1:

O Exemplo 1 refere-se à variação do índice do material de uma

lente.

1.1 Definição do sistema óptico virtual VOS:

O VOS é uma lente progressiva com uma superfície frontal progressiva e uma superfície posterior esférica, tal como uma lente VARILUX COMFORT® da empresa ESSILOR (por exemplo, com uma diopia 0 de correção de visão de longe), por exemplo, uma base VARILUX COMFORT® com adição de 2 dioptrias, em que o material da lente consiste em ORMA® (índice de refração = 1,5).

A respectiva posição das superfícies frontal e posterior são tais que a espessura da lente é a menor possível e em que a espessura no seu centro é superior a 1 mm e a sua espessura de borda é superior a 0,3 mm. O prisma entre as duas superfícies tem que compensar as diferenças de espessura entre a zona de visão de longe e a zona de visão próxima, devido à adição, ou é adequado para obter uma dada prescrição prismática.

1.2 Construção da função óptica virtual VOF:

Um observador virtual VV tem uma prescrição com adição de 2 dioptrias, com uma correção de cilindro de 0 diopia, e uma correção de esfera de 0 diopia.

O poder e o astigmatismo são calculados para um conjunto de direção de olhar fixo (a_i, b_i) para o sistema "lente" + "olho" em um dado meio físico.

Para o dito sistema óptico OS, a função óptica virtual é:

$$VOF(OS) = \text{soma}[\text{peso_ast}(i)(AST(a_i, b_i, OS) - (AST(a_i, b_i, VOS)))^2 + \text{peso_pui}(i)(PUI(a_i, b_i, OS) - PUI(a_i, b_i, VOS))^2], \text{ em que:}$$

soma é a soma no índice i:

$AST(a, b, v)$ é o astigmatismo do sistema óptico v para a direção de olhar fixo (a, b) ;

$PUI(a, b, v)$ é o poder para a direção de olhar fixo (a, b) do sistema óptico v.

Seguindo a invenção, a lente OS do observador real RV tem que a mais próxima possível, incluindo a prescrição RV.

A modificação MOD é depois aplicada.

1.3 Modificação MOD da função óptica virtual VOF:

$MOD(VOF(OS)) = \text{soma}[\text{peso_ast}(i)(AST(a_i, b_i, OS, Sph, Cyl, Axe) - (AST(a_i, b_i, VOS))^2 + \text{peso_pui}(i)(PUI(a_i, b_i, OS) - Sph) - PUI(a_i, b_i, VOS))^2]$, em que:

- ASR(a,b,v,Sph,Cyl,Axe) é o astigmatismo resultante da lente OS para o observador real RW, e quando considerando sua prescrição esférica Sph, a sua prescrição cilíndrica Cyl e a sua prescrição axial Axe.

É assim a diferença vetorial entre a lente OS e o astigmatismos do observador real RV.

1.4 Definição da lente OS:

- Características do OS são, por exemplo:
- base VARILUX COMFORT® 5,5 com adição de 2,0 dioptrias;
 - superfície posterior a ser determinada na etapa CAL;
 - índice de refração do material = 1,8;
 - espessura da lente é a menor possível e em que a espessura no seu centro é superior a 1 mm e a sua espessura de borda é superior a 0,3 mm; o prisma entre as duas superfícies tem que compensar as diferenças de espessura entre a zona de visão de longe e a zona de visão próxima, devido à adição, ou é adequado para obter uma dada prescrição prismática.

- A superfície frontal pode ser igual àquela do VOS. A modificação devido à modificação do índice de refração vai então aparecer na superfície posterior.

A superfície frontal pode ser diferente daquela do VOS e adaptada para o índice de refração efetivo. A dita superfície frontal vai ser consequentemente calculada.

- A primeira parte F1 consiste em:
- superfície frontal;
 - material da lente; e
 - posição relativa das superfícies frontal e posterior.

A segunda parte F2 consiste em:

- superfície posterior.

A primeira equação EF1 consiste em:

- equação da superfície frontal;

- índice de refração; e
- disposição 4 x 4 das variações de posição entre as superfícies frontal e posterior.

A segunda equação EF2 consiste em:

5 - equação da superfície posterior.

As equações das superfícies frontal e posterior podem ser expressas, por exemplo, por uso de duas funções polinomiais bidimensionais, tais como os polinômios de Zernike, as funções B-Splines e as funções NURBS.

1.5 Etapa de cálculo CAL:

10 Determinação dos parâmetros da superfície posterior para minimizar MOD(VOF(OS)).

Os parâmetros de curvatura podem ser forçados, por exemplo, em algumas regiões da zona de visão distante ou da zona de visão próxima.

15 O Exemplo 1 mostra que é assim possível manufaturar um sistema óptico OS de um sistema óptico virtual VOS, o sistema óptico OS tendo substancialmente as mesmas propriedades ópticas daquelas do sistema óptico virtual VOS, mas com um diferente índice de refração.

Exemplo 2:

20 O Exemplo 2 refere-se a uma modificação de projeto da superfície progressiva de uma lente.

2.1. Definição do sistema óptico virtual VOS:

As características são, por exemplo:

- superfície progressiva frontal, com seu projeto, por exemplo, base VARILUX COMFORT® 5.50 com uma adição de 2,0 dioptrias;
- 25 - superfície posterior esférica com 0 dioptria de correção de visão de longe;
- material ORMA® (índice de refração de 1,5);
- as respectivas posições das superfícies frontal e posterior são tais que a espessura da lente é a menor possível e em que a espessura no
- 30 seu centro é superior a 1 mm e a sua espessura de borda é superior a 0,3 mm; o prisma entre as duas superfícies tem que compensar as diferenças de espessura entre a zona de visão de longe e a zona de visão próxima, devido

à adição, ou é adequado para obter uma dada prescrição prismática.

2.2 Construção da função óptica virtual VOF:

O observador virtual tem, por exemplo, uma prescrição em que:

Sph = 0 dioptria

5 Cyl = 0 dioptria

Add = 2,0 dioptrias

e a mesma função óptica virtual VOF acima seguindo 1.2.

2.3 Modificação MOD da função óptica virtual VOF:

mesma etapa acima seguindo 1.3.

10 2.4 Definição da lente OS:

- superfície progressiva frontal com um outro projeto daquele virtual, tal como, por exemplo, base de VARILUX® PANAMIC® 5.50 da empresa ESSILOR com uma adição de 2,0 dioptrias;

- superfície posterior a ser determinada na etapa CAL;

15 - índice de refração = 1,5 (material ORMA®); e

- espessura da lente é a menor possível e em que a espessura no seu centro é superior a 1 mm e a sua espessura de borda é superior a 0,3 mm; o prisma entre as duas superfícies tem que compensar as diferenças de espessura entre a zona de visão de longe e a zona de visão próxima, devido à adição, ou é adequado para obter uma dada prescrição prismática.

20

A primeira parte F1 consiste em:

- superfície frontal;

- material da lente; e

- posição relativa das superfícies frontal e posterior.

25 A segunda parte F2 consiste em:

- superfície posterior.

A primeira equação EF1 consiste em:

- equação da superfície frontal;

- índice de refração; e

30 - disposição 4 x 4 das variações de posição entre as superfícies frontal e posterior.

A segunda equação EF2 consiste em:

- equação da superfície posterior.

As equações das superfícies frontal e posterior podem ser expressas, por exemplo, por uso de duas funções polinomiais bidimensionais, tais como os polinômios de Zernike, as funções B-Splines e as funções NURBS.

5 1.5 Etapa de cálculo CAL:

Mesma etapa de acima seguindo 1.5.

O Exemplo 2 mostra que é assim possível manufaturar um sistema óptico OS tendo um projeto particular, a partir de um sistema óptico semi-acabado SFOS, compreendendo uma parte F1 tendo um projeto diferente, o sistema óptico OS tendo substancialmente as mesmas propriedades ópticas daquelas do sistema óptico virtual VOS.

Na descrição mencionada acima, o sistema óptico OS era uma lente de poder progressivo. Deve-se entender que pode ser também qualquer tipo de sistema óptico, por exemplo, uma lente ou uma lente multifocal.

15 O sistema óptico pode ser também qualquer dispositivo para concentrar ou divergir luz. O sistema óptico pode ser também qualquer dispositivo análogo usado com outros tipos de radiação eletromagnética, tal como uma lente de microondas, feita, por exemplo, de cera de parafina. O sistema óptico pode ser também parte de um sistema de formação de imagem, tal como monocular, binoculares, telescópio, visão de canhão telescópico, microscópio e câ-

20 mera (lente fotográfica).

O sistema óptico pode ser também uma lente dielétrica para astronomia de rádio e sistemas de radar para refratar radiação eletromagnética em uma antena coletora.

25 Os comentários acima demonstram que a descrição detalhada com referência aos desenhos ilustram em vez de limitar a invenção. Há várias alternativas, que se encaixam dentro do âmbito das reivindicações em anexo. Qualquer sinal de referência em uma reivindicação não deve ser considerado como limitante dela. A palavra "compreendendo" não exclui a

30 presença de outros elementos ou etapas daqueles listados em uma reivindicação. A palavra "um" ou "uma" precedendo um elemento não exclui a presença de uma pluralidade desses elementos ou etapas.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de cálculo de um sistema óptico (OS), o sistema óptico (OS) sendo definido por uma função ótica (OF), o sistema óptico (OS) compreendendo uma primeira parte (F1), definida por uma primeira equação (EF1), EF1(x,y,z) definindo as características optogeométricas da parte F1 em uma posição no espaço determinada pelas coordenadas x, y e z, e uma segunda parte (F2), definida por uma segunda equação (EF2), EF2(x,y,z) definindo as propriedades optogeométricas da parte F2, em que a primeira parte (F1) e a segunda parte (F2) são um volume ou uma superfície do sistema óptico (EF2), o processo caracterizado pelo fato de compreender:

- uma etapa de geração (GEN), na qual um sistema óptico virtual (VOS), calculado e gerado por computador, é usado para gerar uma função virtual (VOF), em que o termo "virtual" é usado para definir um sistema óptico qual é calculado e gerado por um computador;

- uma etapa de modificação (MOD), na qual a função virtual (VOF) é modificada para obter a função ótica (OF);

- uma etapa de cálculo (CAL), na qual a segunda equação (EF2) é calculada da função ótica (OF) e da primeira equação (EF1),

e em que a função ótica OF de um sistema óptico OS é definida como uma função h das propriedades optogeométricas do sistema óptico OS, em que $OF = h(EF1(x,y,z), EF2(x,y,z))$.

2. Processo de cálculo de um sistema óptico (OS) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de geração (GEN), na qual o sistema óptico virtual (VOS) é usado para gerar uma função virtual (VOF), o sistema óptico virtual (VOS) compreendendo uma primeira parte virtual (VF1), definida por uma primeira equação virtual (EVF1), e uma segunda parte virtual (VF2), definida por uma segunda equação virtual (EVF2), a primeira equação virtual (EVF1) e a segunda equação virtual (EVF2) definindo a função virtual (VOF).

3. Processo de cálculo de um sistema óptico (OS) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a função virtual (VOF) é substancialmente igual à função ótica (OF).

4. Processo de cálculo de um sistema óptico (OS) de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a etapa de geração compreende a seleção da primeira equação virtual (EVF1) em uma base de dados.

5 5. Processo de cálculo de um sistema óptico (OS) de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma etapa de modificação de equação, na qual a primeira equação virtual (EVF1) é modificada por uso de uma primeira função de modificação (N1), de modo a obter uma primeira equação modificada (EV'F1), a primeira equação (EF1) sendo substancialmente igual à primeira equação modificada (EV'F1).

6. Processo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a primeira parte virtual (VF1) compreende um primeiro volume do sistema óptico virtual (VOS), a primeira equação dependendo das características optogeométricas do primeiro volume, e no qual a primeira função de modificação (N1) modifica pelo menos uma das ditas características optogeométricas.

7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que as características optogeométricas compreendem pelo menos uma característica selecionada entre a equação de uma superfície e o índice óptico de um volume.

8. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a primeira parte virtual (VF1) é uma primeira superfície virtual e a segunda parte virtual (VF2) é uma segunda superfície virtual.

9. Processo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a primeira parte (F1) é uma primeira superfície (F1), e a segunda parte (F2) é uma segunda superfície (F2), e a função ótica (OF) depende da diferença da primeira equação (EF1) da primeira superfície (F1) e da segunda equação (EF2) da segunda superfície (EF2), e em que a segunda função de modificação de superfície (N2) é substancialmente igual à primeira função de modificação de superfície (N1).

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1

a 9, caracterizado pelo fato de que o sistema óptico (OS) é uma lente de poder progressivo.

11. Processo de manufatura de um sistema óptico (OS), o sistema óptico (OS) sendo identificado por uma função ótica (OF), o sistema
5 óptico (OS) compreendendo uma primeira parte (F1), definida por uma primeira equação (EF1), e uma segunda parte (F2), definida por uma segunda equação (EF2), o processo caracterizado pelo fato de compreender:

- a etapa de geração (GEN), a etapa de modificação (MOD) e a etapa de cálculo (CAL) de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1
10 a 10, em que a segunda equação (EF2) é calculada da função ótica (OF) e da primeira equação (EF1);

- proporcionar um sistema óptico semi-acabado (MSFOS) com um sistema óptico semi-acabado (SFOS) compreendendo a primeira parte (F1); e

15 - uma etapa de manufatura (M2), na qual o sistema óptico semi-acabado (MSFOS) é manufaturado de modo a ser ainda proporcionado com uma segunda parte (F2), definida pela segunda equação (EF2) e para obter o sistema óptico (OS).

12. Processo de manufatura de um sistema óptico (OS), o sistema
20 óptico (OS) sendo identificado por uma função (OF), o sistema óptico (OS) compreendendo uma primeira parte (F1), definida por uma primeira equação (EF1), e uma segunda parte (F2), definida por uma segunda equação (EF2), o processo caracterizado pelo fato de compreender:

- a etapa de geração (GEN), a etapa de modificação (MOD) e a
25 etapa de cálculo (CAL) de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, em que a segunda equação (EF2) é calculada da função ótica (OF) e da primeira equação (EF1);

- uma primeira etapa de manufatura (M1), na qual o sistema óptico semi-acabado (SFOS), compreendendo a primeira parte (F1), é manufaturado
30 de modo a obter um sistema óptico semi-acabado manufaturado (MSFOS); e

- uma segunda etapa de manufatura (M2), na qual o sistema óptico semi-acabado manufaturado (MSFOS) é manufaturado de modo a ser

dotado ainda com uma segunda parte (F2), definida pela segunda equação (EF2), e obter o sistema óptico (OS).

13. Processo de acordo com a reivindicação 12, e incluindo o cálculo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a
5 segunda etapa de manufatura (M2) compreende as seguintes subetapas:

- uma segunda etapa de modificação (MS2), na qual a segunda equação virtual (EVF2) é modificada por uso de uma segunda função de modificação (N2), de modo a obter uma segunda equação modificada (EV'F2), a primeira função de modificação (N1) e a segunda função de modi-
10 ficação (N2) sendo definidas de tal maneira que o sistema óptico possa ser identificado pela função ótica (OF); e

- uma segunda etapa de manufatura (MAN2), na qual a segunda parte (F2) do sistema óptico semi-acabado (SFOS) é manufaturado de modo a obter o sistema óptico (OS), a segunda equação (EF2) da segunda parte
15 (F2) sendo substancialmente igual à segunda equação modificada (EV'F2).

14. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a segunda parte virtual (VF2) compreende um segundo volume do sistema óptico virtual (VOS), a segunda equação dependendo das características optogeométricas do segundo volume, e em que a segunda
20 etapa de modificação (N2) modifica pelo menos uma das ditas características optogeométricas.

15. Sistema óptico caracterizado pelo fato de compreender duas partes, o sistema óptico (OS) sendo identificado por uma função ótica (OF), o sistema óptico (OS) sendo manufaturado com um processo como definido
25 em qualquer uma das reivindicações de 11 a 14.

16. Sistema óptico semi-acabado (MSFOS) caracterizado pelo fato de ser manufaturado de acordo com a primeira etapa de manufatura (M1) como definida na reivindicação 12, e intencionado para ser modificado pela segunda etapa de manufatura (M2) como definida em qualquer uma
30 das reivindicações de 12 a 14.

17. Processo de manufatura de um sistema óptico (OS), o sistema óptico (OS) sendo identificado por uma função ótica (OF), o sistema

óptico (OS) compreendendo uma primeira parte (F1), definida por uma primeira equação (EF1), e uma segunda parte (F2), definida por uma segunda equação (EF2), o processo caracterizado pelo fato de compreender:

- a etapa de geração (GEN), a etapa de modificação (MOD) e a
5 etapa de cálculo (CAL) de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, em que a segunda equação (EF2) é calculada da função ótica (OF) e da primeira equação (EF1);
- uma primeira etapa de manufatura (M1), na qual o sistema óptico semi-acabado (SFOS), compreendendo a primeira parte (F2), é manufaturado
10 de modo a obter um sistema óptico semi-acabado manufaturado (MSFOS); e
- uma segunda etapa de manufatura (M2), na qual o sistema óptico semi-acabado manufaturado (MSFOS) é manufaturado de modo a ser dotado ainda com uma primeira parte (F1), definida pela primeira equação (EF1), e obter o sistema óptico (OS).

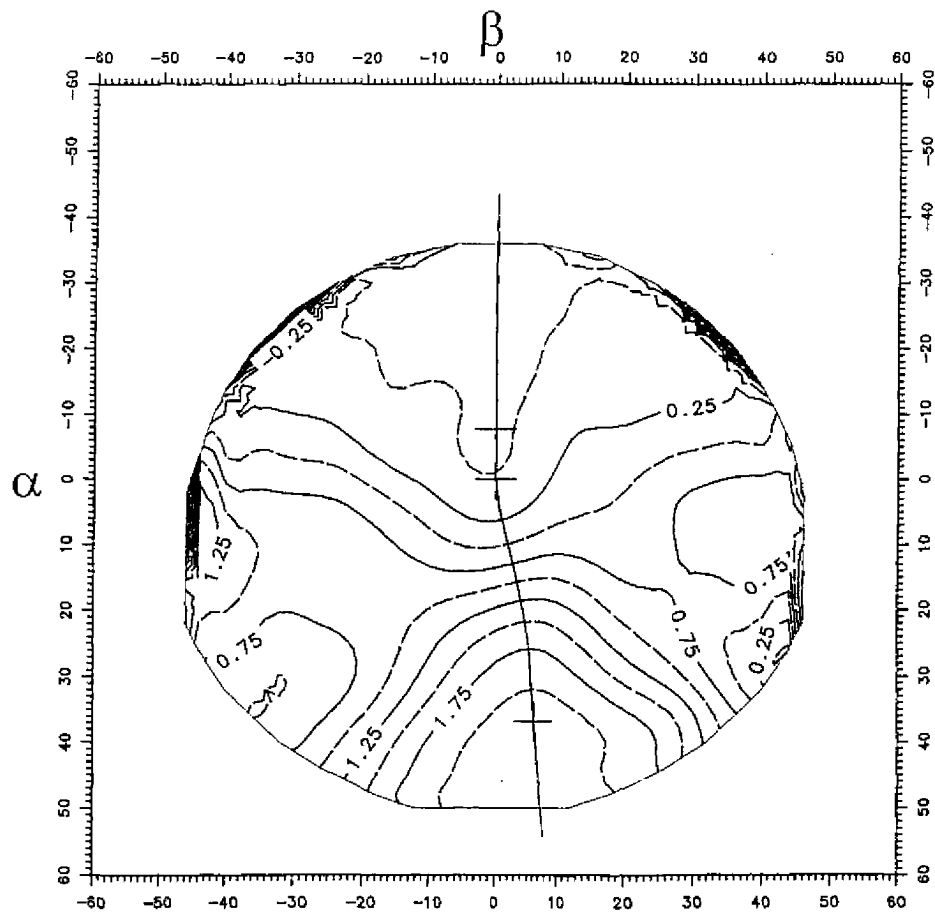


FIG.1a

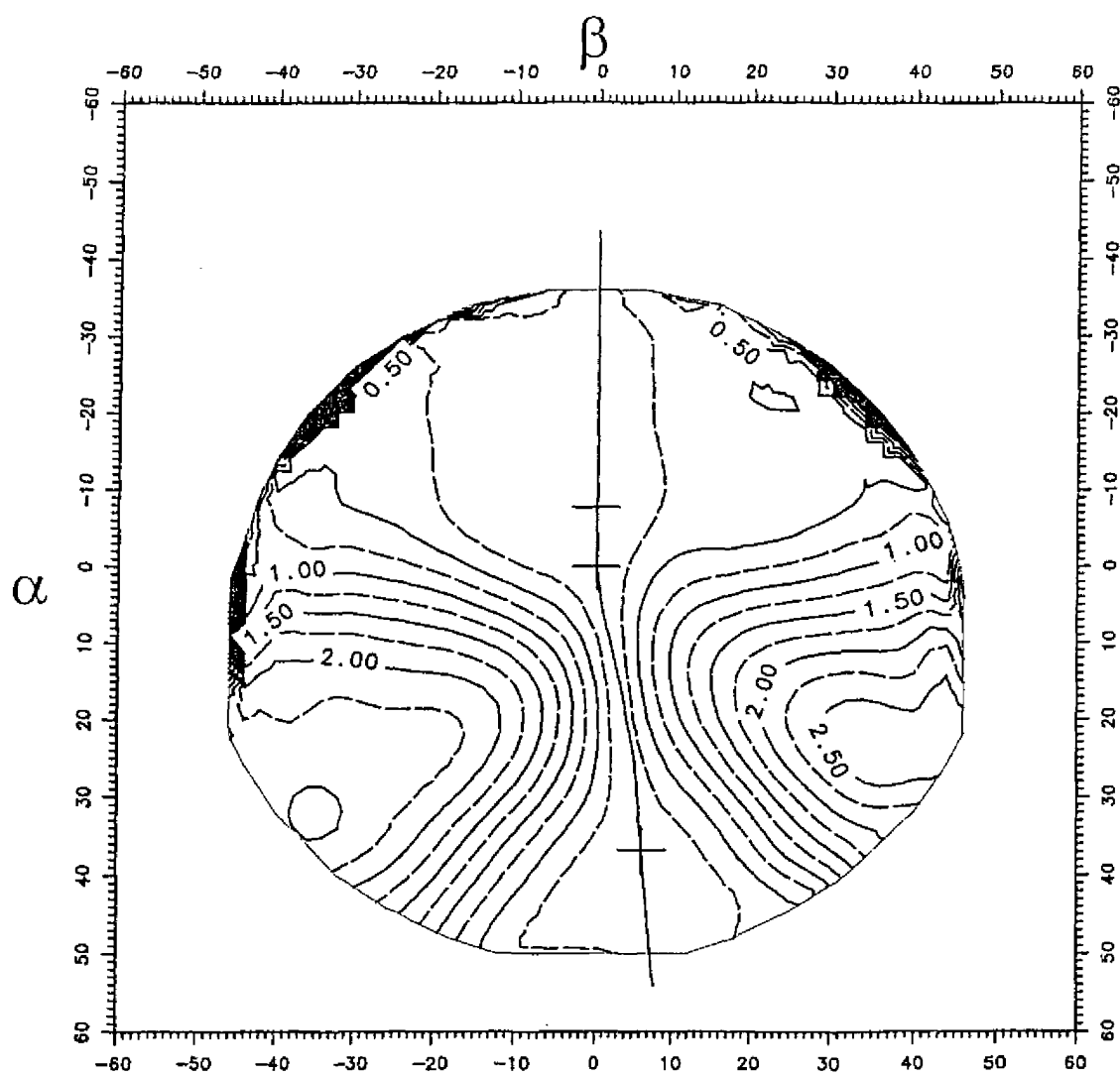


FIG.1b

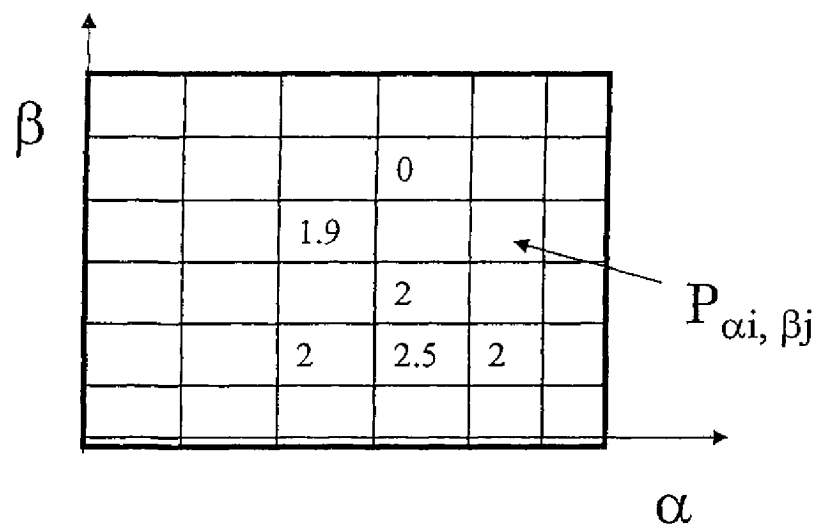


FIG.1c

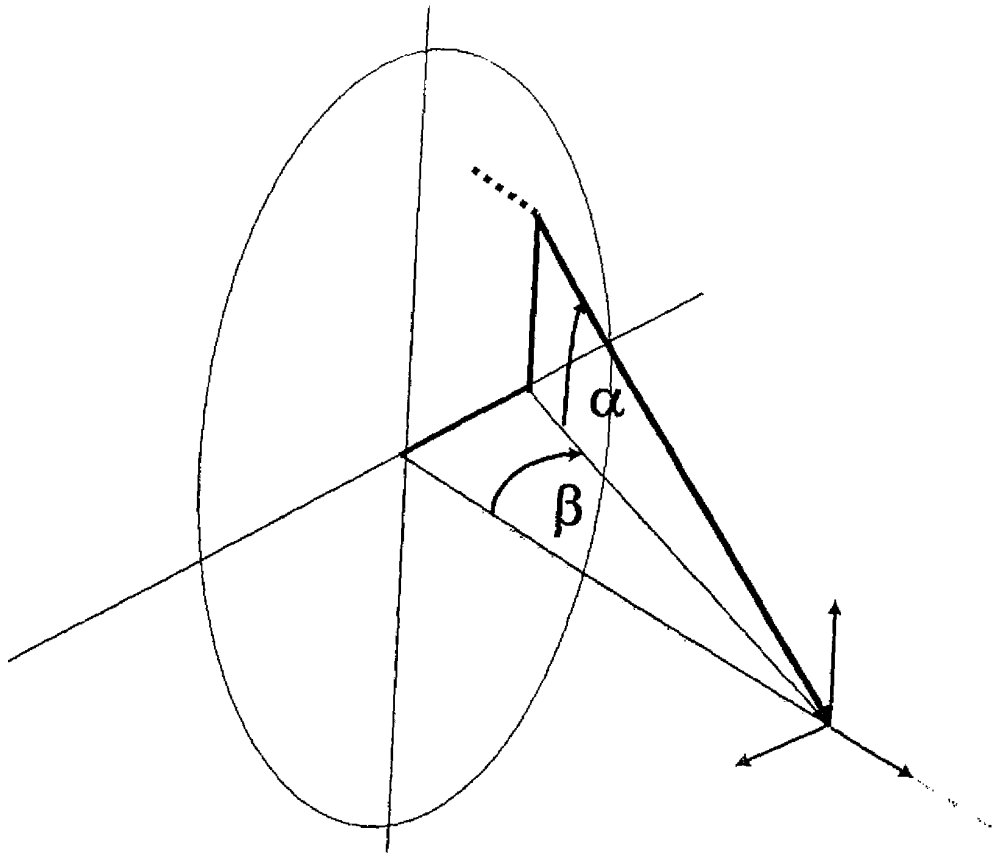


FIG.1d

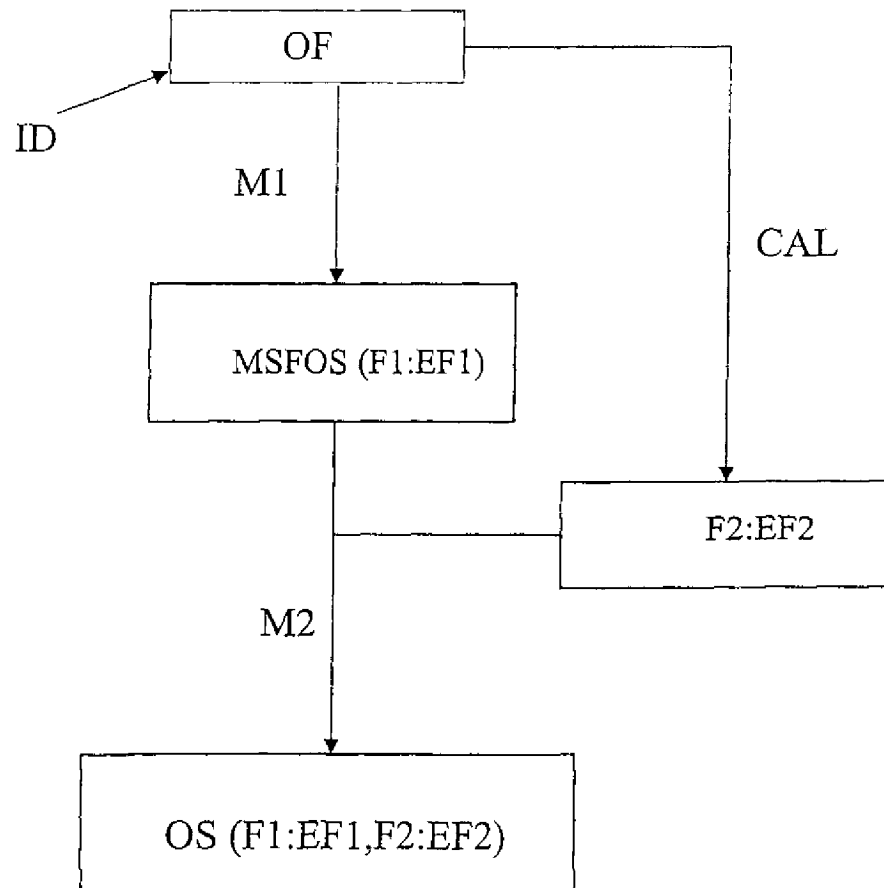


FIG.2

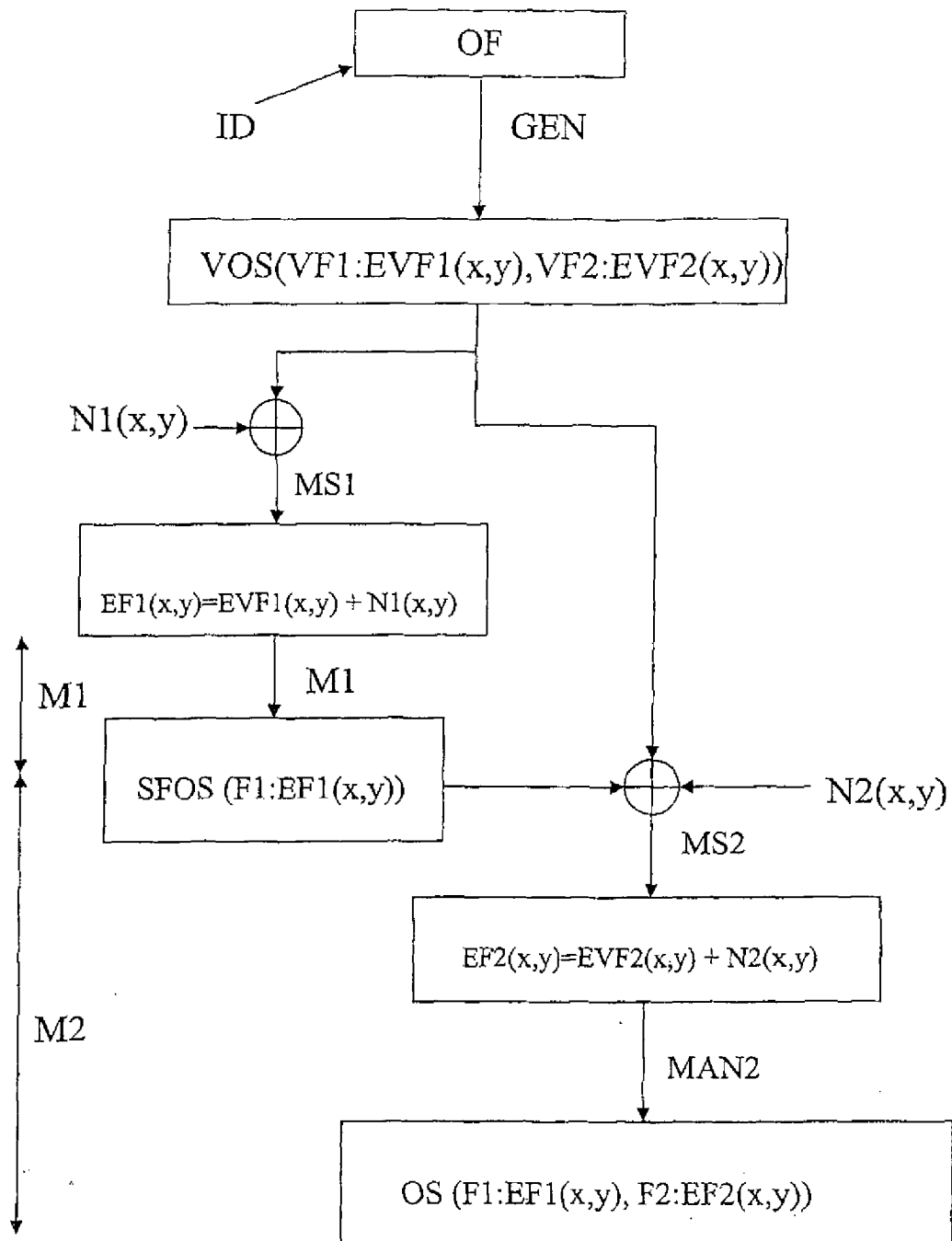


FIG.3

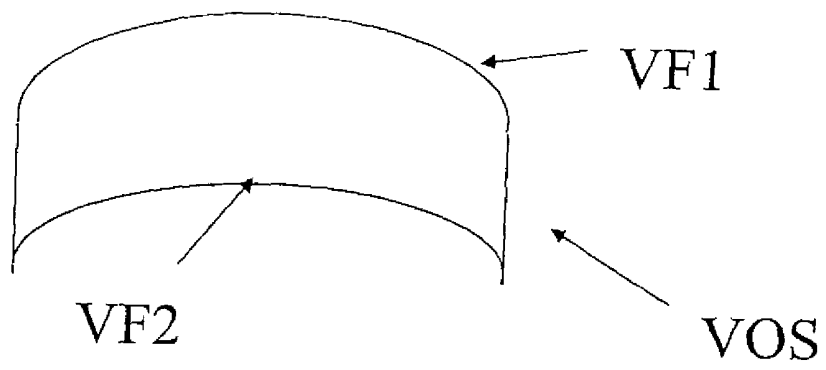


FIG. 4a

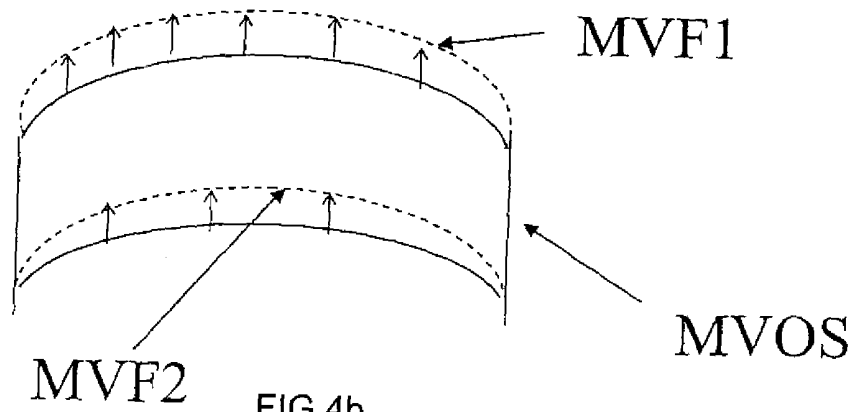


FIG. 4b

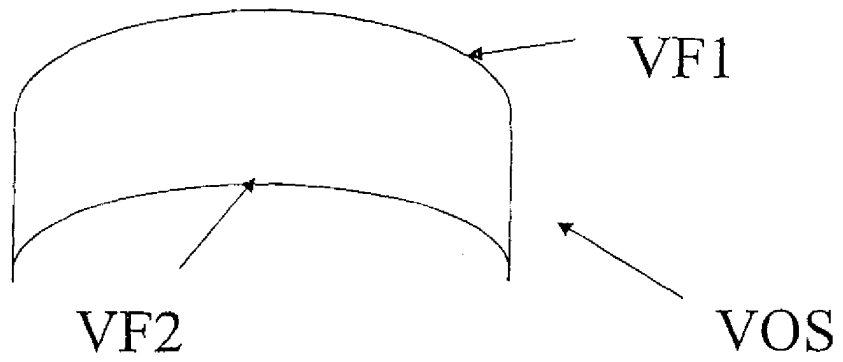


FIG. 5a

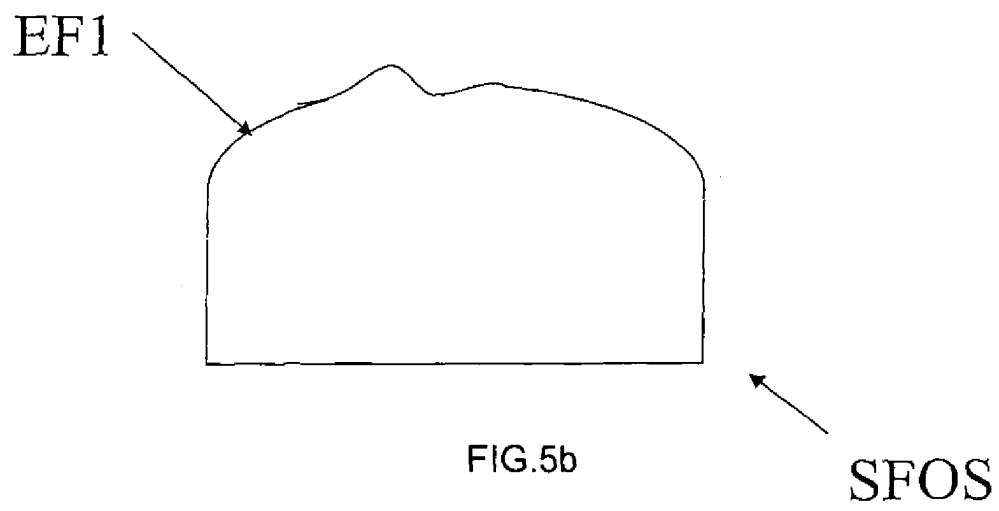


FIG. 5b

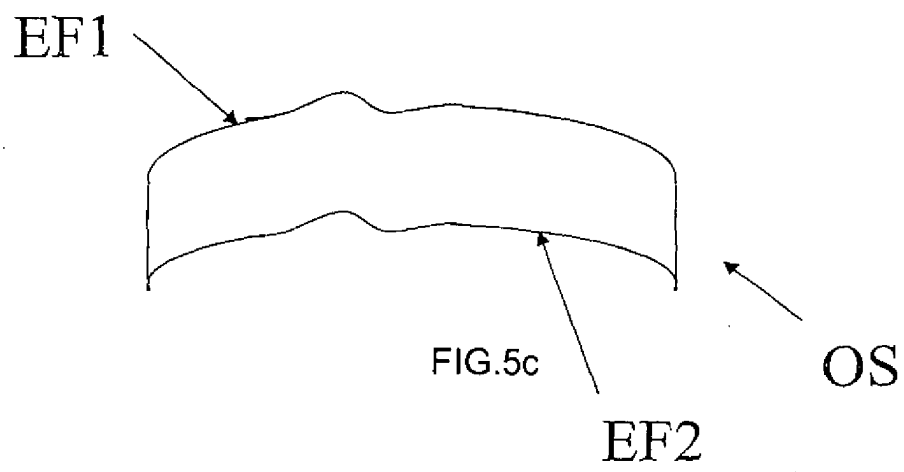


FIG. 5c

