



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

(11) PI 0922395-9 B1



(22) Data do Depósito: 22/12/2009

(45) Data de Concessão: 07/04/2020

(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAÇÃO DE UMA LENTE ÓTICA

(51) Int.Cl.: B24B 47/22; B29D 11/00.

(30) Prioridade Unionista: 22/12/2008 EP 08305999.8.

(73) Titular(es): ESSLOR INTERNACIONAL (COMPAGNIE GENERALE D' OPTIQUE).

(72) Inventor(es): ALEXANDRE GOURRAUD.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009067730 de 22/12/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/072749 de 01/07/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 21/06/2011

(57) Resumo: MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAÇÃO DE UMA LENTE ÓTICA A invenção se refere a um método de fabricação de uma lente ótica (10), o método compreendendo as etapas de bloqueio de um elemento de lente em um primeiro posicionamento em um bloqueador (20); determinação do primeiro posicionamento do elemento de lente com relação ao bloqueador; comparação do primeiro posicionamento do elemento de lente com um posicionamento predeterminado a fim de determinar um erro de posicionamento entre o primeiro posicionamento e o posicionamento predeterminado; determinação de um posicionamento de superfície da superfície a ser fabricada (13) com relação ao bloqueador de acordo com o erro de posicionamento; e configuração dos parâmetros operacionais de uma ferramenta de fabricação de lente a fim de fabricar uma superfície de acordo com o posicionamento de superfície determinado de modo que as propriedades óticas desejadas da lente ótica sejam respeitadas. A invenção se refere adicionalmente a um aparelho para a fabricação de uma lente ótica.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para:
"MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAÇÃO DE UMA LENTE ÓTICA"

Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se a um método de fabricação de uma lente ótica. Particularmente, mas não exclusivamente, a invenção se refere a um método de bloqueio de uma lente ótica em uma posição para fabricação da lente. A invenção se refere adicionalmente a um aparelho para a fabricação de uma lente ótica.

Fundamentos da Invenção

[002] Uma lente ótica é tipicamente feita de material plástico ou de vidro e geralmente possui duas superfícies opostas que cooperam uma com a outra para convergir ou divergir luz de acordo com uma prescrição de correção necessária. Quando o posicionamento ou o formato de uma dessas superfícies com relação à outra é imprecisa, erros óticos podem ser criados.

[003] A fabricação de uma lente ótica de acordo com as exigências da prescrição necessária inclui tipicamente a usinagem da superfície de uma lente semiacabada ou molde de lente. Tipicamente, uma lente semiacabada possui uma superfície dianteira acabada e uma superfície traseira não acabada. Pela usinagem da superfície traseira da lente para remoção de material, o formato necessário e o posicionamento da superfície traseira com relação à superfície dianteira para a prescrição corretiva desejada podem ser gerados. Operações de superfície adicionais de uma lente ótica podem incluir chanfradura, polimento ou revestimento da superfície de um elemento de lente a fim de modificar a superfície ótica. O cribbing da lente ótica envolve o fornecimento de borda periférica da lente ótica com o contorno desejado para a lente ótica ou oftálmica acabada.

[004] Durante a fabricação da lente é importante que a lente se-

miacabada seja mantida de forma segura em uma posição correta em um bloco de suporte durante as várias operações de fabricação a fim de impedir a geração de erros óticos.

[005] Técnicas atuais para se garantir que o posicionamento de um elemento de lente com relação a um suporte de bloqueio seja o mais preciso possível durante a fabricação de uma lente ótica incluem a verificação do posicionamento durante a etapa de bloqueio por métodos variando de uma visualização por parte do operador do posicionamento da lente diretamente ou por meio de uma câmera, e, então, a correção do posicionamento se necessário para os processos de verificação totalmente automatizada e correção de posicionamento. Os métodos de posicionamento totalmente automatizados estão se tornando progressivamente complexos e demorados. EP 1194267 descreve um método de implementação de equipamento de visão de máquina e sonda para gerar uma entidade virtual precisa de um molde de lente. A entidade virtual é utilizada por todo o processo de geração de lente para calcular e selecionar os ângulos da lente, ângulos de ferramenta e percursos de ferramenta que produzem a melhor qualidade de lente.

Sumário da Invenção

[006] De acordo com um primeiro aspecto da invenção é fornecido um método de fabricação de uma lente ótica. O método inclui as etapas de bloqueio de um elemento de lente em uma primeira posição em um bloqueador; determinação do primeiro posicionamento do elemento de lente com relação ao bloqueador; comparação do primeiro posicionamento do elemento de lente com um posicionamento predeterminado a fim de determinar um erro de posicionamento entre o primeiro posicionamento e o posicionamento predeterminado; determinação de um posicionamento de superfície da superfície a ser fabricada com relação ao bloqueador de acordo com o erro de posicionamento;

e configuração dos parâmetros operacionais de uma ferramenta de fabricação de lente a fim de fabricar uma superfície de acordo com o posicionamento de superfície determinado de modo que as propriedades óticas desejadas da lente ótica sejam respeitadas.

[007] O método de acordo com a invenção consiste na compensação de um erro de posicionamento ao invés do reposicionamento de um elemento de lente a fim de reduzir o erro. Não existe qualquer impacto na operação de bloqueio atual visto que a compensação do erro na compensação pode ser realizado por software, e, dessa forma, nenhuma modificação do equipamento de bloqueio físico é necessária para que o método seja implementado. As tolerâncias aceitáveis para o posicionamento podem ser aumentadas visto que os erros são compensados.

[008] Pela compensação de tal forma dos erros de posicionamento, a qualidade ótica da lente ótica usinada pode ser aperfeiçoada, particularmente na fabricação de lentes de lados duplos pela redução da dispersão relacionada com o estágio de bloqueio da operação de fabricação. Essa dispersão pode resultar do posicionamento incorreto de uma superfície de uma lente ótica com relação a uma superfície oposta.

[009] Em uma ou mais modalidades a etapa de determinação do primeiro posicionamento do elemento de lente pode incluir as etapas de determinação da orientação do eixo geométrico nasal-temporal do elemento de lente e a determinação do elemento de lente com relação ao bloqueador e onde a geometria da superfície do elemento de lente em contato com o bloqueador e a configuração geométrica do anel bloqueador suportando o elemento de lente pode ser utilizada para determinar o posicionamento do elemento de lente com relação ao bloqueador em termos de seis graus de liberdade.

[0010] A determinação do primeiro posicionamento do elemento

de lente pode incluir a etapa de determinação do posicionamento das marcações de referência de lente em uma superfície oposta do elemento de lente para a superfície sendo fabricada com relação às marcações de referência de bloqueador no bloqueador.

[0011] Em uma ou mais modalidades, o método pode incluir a visualização das marcações de referência de lente através do elemento de lente e levando-se em consideração as propriedades de refração do elemento de lente quando da determinação do posicionamento das marcações de referência da lente visualizada.

[0012] O método pode adicionalmente incluir a rotação da superfície a ser fabricada de modo que o plano normal da superfície a ser fabricada na fabricação do eixo geométrico de rotação seja colinear com a fabricação do eixo geométrico de rotação e fornecendo um prisma de bloqueio para orientar o elemento de lente de modo a compensar a rotação.

[0013] Um segundo aspecto da invenção fornece um aparelho para a fabricação de uma lente ótica, o aparelho compreendendo um bloqueador para bloquear um elemento de lente em um primeiro posicionamento; um processador para determinar o primeiro posicionamento do elemento de lente com relação ao bloqueador; a comparação do primeiro posicionamento do elemento de lente com um posicionamento predeterminado a fim de determinar um erro de posicionamento entre o primeiro posicionamento e o posicionamento predeterminado; a determinação do posicionamento de superfície da superfície a ser fabricada de acordo com o erro de posicionamento; e a configuração de parâmetros operacionais de uma ferramenta de fabricação e lente de acordo com o erro de posicionamento a fim de fabricar uma superfície de acordo com o posicionamento de superfície determinado de modo que as propriedades óticas desejadas da lente ótica sejam respeitadas.

[0014] O processador pode operar para determinar o posicionamento do elemento de lente pela medição da orientação do eixo geométrico nasal-temporal do elemento de lente e a descentralização do elemento de lente, com relação ao bloqueador onde a geometria da superfície do elemento de lente em contato com o bloqueador e a configuração geométrica do anel bloqueador suportando o elemento de lente possa ser utilizada para determinar o posicionamento do elemento de lente com relação ao bloqueador em termos de seis graus de liberdade.

[0015] O processador também pode operar para calcular o erro de posicionamento pela determinação do posicionamento das marcações de referência de lente em uma superfície oposta do elemento de lente para a superfície sendo fabricada com relação às marcações de referência de bloqueador no bloqueador.

[0016] O aparelho pode incluir uma câmera digital que opera para visualizar as marcações através do elemento de lente e onde o processador opera para levar em consideração as propriedades de refração do elemento de lente quando da determinação do posicionamento das marcações de superfície de lente.

[0017] O processador pode operar para girar a superfície a ser fabricada de modo que o plano normal da superfície a ser fabricada seja colinear com o eixo geométrico de fabricação de rotação e o bloqueador seja disposto de modo a incluir um prisma de bloqueio para compensar a rotação.

[0018] O método de acordo com a invenção pode ser implementado por computador. O método pode ser implementado em software em um aparelho programável. Também pode ser implementado apenas em hardware ou em software, ou em uma combinação dos dois.

[0019] Visto que a presente invenção pode ser implementada em software, a presente invenção pode ser consubstanciada como código

legível por computador para fornecimento para um aparelho programável em qualquer meio portador adequado. Um meio portador tangível pode compreender um meio de armazenamento tal como um disquete, um CD-ROM, um disco rígido, um dispositivo de fita magnética ou um dispositivo de memória em estado sólido e similares. Um meio portador transiente pode incluir um sinal tal como um sinal elétrico, um sinal eletrônico, um sinal ótico, um sinal acústico, um sinal magnético ou um sinal eletromagnético, por exemplo, um sinal de RF ou micro-ondas.

[0020] No contexto da presente invenção, o termo "elemento de lente" pode se referir a um molde de lente, uma lente não cortada, uma lente semiacabada ou uma lente ótica acabada. Será compreendido que o método pode, dessa forma, ser aplicado a qualquer estágio do processo de fabricação de uma lente oftálmica.

[0021] O método de bloqueio de acordo com as modalidades da invenção pode ser utilizado para bloquear uma lente ótica em um determinado posicionamento para processos de fabricação. A lente ótica pode ser, por exemplo, mas não limitada a uma lente oftálmica, em particular a uma lente oftálmica não acabada ou semiacabada. Mais geralmente, a lente ótica pode ser qualquer componente de lente ótica, por exemplo, para uso em uma câmera ou telescópio.

[0022] Será apreciado que o método de bloqueio pode ser utilizado em diferentes estágios do processo de fabricação de uma lente ótica. O processo de fabricação pode ser uma operação de usinagem, que pode ser, por exemplo, mas não limitada a uma operação de cribbing, uma operação de superfície, uma operação de desbaste, uma operação de afilamento, uma operação de revestimento, uma operação de formação de borda, uma operação de esmerilhamento ou uma operação de polimento.

Breve Descrição dos Desenhos

[0023] As modalidades da invenção serão descritas agora, por meio de exemplo apenas, e com referência aos desenhos a seguir, nos quais:

[0024] A figura 1a é uma vista em perspectiva de um elemento de lente ótica a ser fabricado de acordo com as modalidades da invenção;

[0025] A figura 1b é uma vista plana de uma superfície pré-formada de um elemento de lente semiacabado para ser usinado de acordo com as modalidades da invenção;

[0026] A figura 2a é uma vista transversal de um elemento de lente e dispositivo de bloqueio de acordo com uma primeira modalidade da invenção;

[0027] A figura 2b é uma vista em perspectiva de um elemento de lente e dispositivo de bloqueio de acordo com a primeira modalidade da invenção;

[0028] A figura 3 é uma vista esquemática de um elemento de lente em uma estação de bloqueio de acordo com a primeira modalidade da invenção;

[0029] A figura 4 é uma vista plana da superfície de contato do dispositivo de bloqueio e placa de bloqueio da estação de bloqueio da figura 3;

[0030] A figura 5 é um fluxograma das etapas do método de acordo com a primeira modalidade da invenção;

[0031] A figura 6 é uma vista em perspectiva de um elemento de lente ilustrando a estrutura de referência do elemento de lente;

[0032] A figura 7 é uma vista esquemática de uma câmera digital observando o elemento de lente de acordo com a primeira modalidade da invenção;

[0033] A figura 8a ilustra de forma esquemática o efeito das propriedades de refração do elemento de lente 10 na determinação da posição das marcações de referência do elemento de lente;

[0034] A figura 8b ilustra de forma esquemática a determinação da posição das marcações de referência de acordo com a primeira modalidade da invenção;

[0035] A figura 9 é uma vista esquemática de uma câmera digital visualizando o elemento de lente de acordo com uma modalidade alternativa da invenção;

[0036] A figura 10 é uma vista transversal de um elemento de lente em um dispositivo de bloqueio de acordo com a segunda modalidade da invenção;

[0037] A figura 11 é um fluxograma das etapas do método de acordo com a segunda modalidade da invenção;

[0038] A figura 12 é uma vista transversal de um elemento de lente em um bloqueador para usinagem de acordo com a segunda modalidade da invenção; e

[0039] A figura 13 é uma vista esquemática ilustrando o método de acordo com as modalidades da invenção em comparação com os métodos onde um erro de posicionamento não é compensado.

Descrição Detalhada

[0040] Uma primeira modalidade de um método e aparelho de fabricação de uma lente ótica a partir de uma lente semiacabada serão descritos com referência às figuras de 1a a 8b.

[0041] O elemento de lente semiacabado 10 possui uma superfície dianteira pré-formada 11 que, em uso da lente ótica acabada resultante, é disposta mais perto do objeto sendo visualizado e uma superfície oposta 12 a ser modificada pelo processo de fabricação para fornecer a superfície traseira 13 da lente ótica acabada, representada pela linha pontilhada. A superfície oposta 12 é usinada por uma ferramenta de usinagem de modo que a superfície traseira 13 seja orientada com relação a e distanciada da superfície dianteira 12, de acordo com a prescrição ótica necessária. Enquanto nessa modalidade da invenção,

a superfície traseira da lente ótica é formada pelo processo de usinagem, será compreendido, que nas modalidades alternativas da invenção, ambas ou qualquer uma das superfícies da lente podem ser formadas pelo processo de usinagem. Ademais, apesar de a superfície ótica 13 a ser fabricada ser representada na figura 1a como côncava, será apreciado que a superfície ótica 13 pode ser igualmente convexa ou pode ter qualquer outra superfície curva.

[0042] Com referência à figura 1b, as marcações de fabricação de referência 111 são fornecidas na superfície dianteira pré-formada 11 do elemento de lente semiacabada 10 como características de referência para fins de posicionamento. As marcações de fabricação 111 são visíveis através do elemento de lente semiacabada 10 a partir do lado oposto 12 do elemento de lente 10.

[0043] Com referência agora à figura 2a e 2b, um dispositivo de bloqueio de lente 20 para bloquear o elemento de lente 10 no posicionamento correto para os processos de fabricação compreende um bloqueador 21, um anel de bloqueio 22, e um filme de proteção 23 para colocação entre a superfície dianteira 11 do elemento de lente 10 e o dispositivo de bloqueio 20. O material de fundição de bloqueio 24 é despejado dentro da cavidade definida pela superfície inferior da lente ótica 10, o bloqueador 21 e o anel de bloqueio 22. O material de fundição de bloqueio 24 resfria para solidificar a fim de fornecer um suporte de bloqueio para a lente ótica 10 no posicionamento desejado para usinagem. A superfície inferior ou superfície de suporte 241 do material de bloqueio 241 age como uma superfície de referência para determinação da espessura no centro do elemento de lente 10.

[0044] O dispositivo de bloqueio de lente 20 é parte de uma estação de bloqueio 30 como ilustrado na figura 3. A estação de bloqueio 30 compreende o dispositivo de bloqueio 20 disposto em uma placa superior 31 da estação de bloqueio 30 e um braço de fixação 35 que

pode ser movido a partir de uma posição livre para uma posição de fixação na qual mantém o elemento de lente 10 no lugar no dispositivo de bloqueio 20. A estação de bloqueio 30 também inclui uma câmera digital 36 para criar uma imagem do posicionamento do elemento de lente 10 no dispositivo de bloqueio 20, e uma tela 37 para visualizar a imagem da câmera digital 36. O elemento de lente 10 também pode ser diretamente visualizado por um operador sem utilização da câmera digital 36.

[0045] Com referência à figura 4, o dispositivo de bloqueio 20 é fornecido com marcações de referência de bloqueador incluindo marcações de alinhamento 222 fornecidas no anel de bloqueio 22 e uma marcação central 211. No caso onde um inserto ou um bloco é fornecido no centro do anel de bloqueio, a marcação central 211 é fornecida no inserto ou bloco. A placa superior 31 da estação de bloqueio 30 é fornecida com marcações de referência 311 para orientar o posicionamento do anel de bloqueio 22 na placa superior 31. As marcações de alinhamento 222 no anel podem incluir um furo para o recebimento de projeções de posicionamento correspondentes na placa superior 31 permitindo que o anel 22 seja posicionado corretamente na placa de bloqueio 31. As marcações de alinhamento 222 podem ser fornecidas adicionalmente com marcações de linha seguindo um eixo geométrico de referência para auxiliar no alinhamento.

[0046] Antes da colocação do elemento de lente semiacabado 10 no dispositivo de bloqueio de lente 20 o filme de projeção 23 é localizado na superfície dianteira pré-formada 11 do elemento de lente 10. Com referência à figura 5, uma etapa inicial S1 de bloqueio de uma lente ótica de acordo com uma primeira modalidade da invenção envolve a colocação do elemento de lente semiacabado 10 no dispositivo de bloqueio de lente 20. O elemento de lente 10 é posicionado no dispositivo de bloqueio 20 com a superfície pré-formada, que, nesse ca-

so, é a superfície dianteira 11, sendo localizada voltada para e em contato com o dispositivo de bloqueio 20. A superfície 12 a ser usinada é, dessa forma, orientada para se voltar para cima e para longe do dispositivo de bloqueio 20.

[0047] Depois que o elemento de lente 10 foi colocado no dispositivo de bloqueio 20, o operador pode realizar um julgamento inicial quanto à qualidade de posicionamento pela visualização direta das marcações de referência 111 do elemento de lente 10 com relação às marcações de referência do dispositivo de bloqueio 20 antes de continuar com o processo de bloqueio. Se o operador não estiver satisfeito com o posicionamento inicial, o elemento de lente 10 pode ser reposicionado manualmente ou automaticamente no dispositivo de bloqueio 20. Uma vez que o operador está satisfeito com o posicionamento o braço de fixação 35 pode ser colocado no lugar para manter o elemento de lente 10 em posição no dispositivo de bloqueio 20.

[0048] Com referência à figura 6, o posicionamento do elemento de lente 10 em uma estrutura de referência no dispositivo de bloqueio de lente 20 pode ser definido por:

[0049] translação TX e TY em um plano horizontal XY com descentralização TX, TY, definindo o deslocamento do ponto de centralização O da lente na direção X e Y, respectivamente, no plano horizontal;

[0050] translação TZ ao longo de um eixo geométrico vertical;

[0051] orientação RZ do elemento de lente em torno do eixo geométrico Z vertical, também referido como orientação do eixo geométrico nasal-temporal do elemento de lente;

[0052] orientação RY do elemento de lente em torno do eixo geométrico Y horizontal;

[0053] orientação RX do elemento de lente em torno do eixo geométrico X horizontal.

[0054] O posicionamento do elemento de lente 10 no dispositivo de bloqueio 20 pode então ser quantificado utilizando-se a câmera digital 36. A fim de medir o posicionamento do elemento de lente 10, as marcações de referência 111 fornecidas na superfície inferior do elemento de lente e as marcações de referência 211 e 222 fornecidas no dispositivo de bloqueio 20 são visualizadas através do elemento de lente 10 e filme de proteção 23 por meio da câmera 36 que é posicionada ao longo do eixo geométrico cilíndrico se estendendo através da marcação central 211 do dispositivo de bloqueio 20 como ilustrado na figura 7. O desvio L_{dev} da imagem de um ponto de referência 111 localizado na superfície dianteira 11 do elemento de lente 10 devido às propriedades de refração do elemento de lente 10 é levado em consideração quando da realização das medições do posicionamento das marcações de referência 111 do elemento de rede 10 com relação às marcações de referência no anel de bloqueio 22 como ilustrado na figura 8a.

[0055] Apesar de nessa modalidade as marcações de referência 11 serem visualizadas através do elemento de lente 10, será apreciado que nas modalidades alternativas da invenção, as marcações de referência podem ser visualizadas diretamente pela colocação da câmera no lado inferior do dispositivo de bloqueio 20 de modo que visualize as marcações de referência no dispositivo de bloqueio 20 e a superfície dianteira 11 do elemento de lente como ilustrado na figura 9.

[0056] O posicionamento das marcações de referência 111 na superfície inferior do elemento de lente com relação às marcações de referência 211 e 222 do dispositivo de bloqueio 20 é determinado.

[0057] A câmera 36 coloca a imagem das marcações de referência 111' na estrutura de referência de um modelo M111 das marcações de referência correspondente a um posicionamento otimizado do elemento de lente 10 como ilustrado na figura 8b. A estrutura de referência

das marcações do modelo M111 é definida com relação à estrutura de referência do dispositivo de bloqueio 20 em uma etapa de calibragem.

[0058] A orientação e a direção do eixo geométrico nasal-temporal RZ do elemento de lente semiacabado 10 são determinadas pela medição da orientação do eixo geométrico das marcações de referência 111' com relação ao eixo geométrico das marcações de referência de modelo M111. Utilizando-se o ponto de referência central das marcações de referência 111' as distâncias de translação no plano horizontal TX e TY também podem ser medidas, isso é, a descentralização do elemento de lente 10. Isso pode ser realizado pelo cálculo da transformação à qual a imagem das marcações de referência 111 é submetida através do elemento de lente 10.

[0059] Alternativamente, no caso de uma lente semiacabada descentralizada, levando-se em conta o prisma nasal-temporal e então levando-se em consideração o escalonamento ao qual a imagem 111' das marcações de referência 111 é submetida através do elemento de lente 10, conhecendo-se a distância entre as marcações de referência 111 na superfície dianteira 11 do elemento de lente 10, e sabendo-se que a posição das marcações de referência pode ser interpolada. Se Dmes corresponde à distância medida entre as marcações de referência e Dth é a distância teórica entre as marcações de referência o fator de escalonamento pode ser determinado como $r = D_{mes}/D_{th}$. A estimativa da descentralização Tx e Ty então se torna $TX = X_{mes} \times 1/r$ e $TY = Y_{mes} \times 1/r$ onde TXmes e TYmes correspondem às translações medidas TX e TY da descentralização respectivamente.

[0060] Uma vez que três graus de liberdade RX, TX e TY foram determinados, os três graus restantes de liberdade TX, RX e RY podem ser matematicamente deduzidos a partir dos mesmos levando-se em consideração a geometria do anel de bloqueio 22, além da geometria da face dianteira pré-formada 12 do elemento de lente e sabendo-

se que o elemento de lente é suportado de forma estável por pelo menos três pontos de suporte no anel de suporte 22.

[0061] Uma vez que o posicionamento do elemento de lente foi, dessa forma, determinado com relação ao bloqueador 21, na etapa S3 o posicionamento determinado do elemento de lente 10 pode então ser comparado com um posicionamento otimizado predeterminado a fim de fornecer uma medição do erro de posicionamento.

[0062] Nesse estágio se o erro de posicionamento não estiver dentro de uma tolerância predeterminada, o elemento de lente pode ser reposicionado antes de se continuar e as etapas S2 e S3 podem ser repetidas a fim de se determinar o novo erro de posicionamento.

[0063] Uma vez que o erro de posicionamento foi determinado, o posicionamento real da superfície dianteira 11 do elemento de lente 10 com relação ao dispositivo de bloqueio 20 é conhecido. O posicionamento necessário da superfície 13 a ser gerado com relação ao bloqueador de referência 21 pode, dessa forma, ser deduzido.

[0064] Pela configuração da ferramenta de usinagem de acordo com o erro de posicionamento, a superfície 12 pode ser usinada para fornecer uma superfície 13 com posicionamento necessário com relação à superfície 11 a fim de respeitar a espessura e as características óticas desejadas da lente ótica desejada. A configuração da ferramenta de usinagem envolve o fornecimento da ferramenta com dados de posicionamento de superfície de modo que a ferramenta de usinagem possa ser controlada para fornecer o posicionamento de superfície desejado da superfície traseira.

[0065] Alternativamente, os dados de superfície completada definindo a superfície a ser fabricada podem ser enviados diretamente para a ferramenta de usinagem. Nesse caso, os dados que definem o posicionamento da superfície 13 a ser fabricada são determinados a partir do erro de posicionamento antes de os dados de configuração

serem distribuídos para a ferramenta de usinagem. A ferramenta de usinagem é configurada de acordo.

[0066] Antes da etapa de usinagem da superfície 12 para gerar a superfície traseira ótica desejada 13, a cavidade definida pelo anel de bloqueio 22, bloqueador 21 e elemento de lente 10 é preenchida com o material de bloqueio 24. Quando o material de bloqueio 24 se solidificou a fim de suportar o elemento de lente 10 no posicionamento medido o braço de fixação 35 é então liberado. O elemento de lente bloqueado 10 pode então ser montado em um aparelho de usinagem para o processo de usinagem. Na etapa S4 a superfície 13 a ser fabricada para a lente ótica pode ser determinada. O aparelho de usinagem é então configurado para levar em consideração o erro de posicionamento determinado de modo que a ferramenta de usinagem possa ser posicionada com relação à superfície 12 a fim de remover o material de tal forma que a superfície desejada 13 seja gerada no posicionamento desejado. Uma lente ótica com propriedades óticas se conformando à prescrição ótica pode, dessa forma, ser criada.

[0067] Uma segunda modalidade da invenção será descrita agora com referência às figuras 10 a 12.

[0068] Nessa modalidade da invenção o elemento de lente 10 que é similar ao elemento de lente semiacabado 10 da modalidade anterior é montado em um dispositivo de bloqueio prismático 40 como ilustrado na figura 10.

[0069] O dispositivo de bloqueio prismático 40 permite que o dispositivo de lente seja suportado em uma determinada inclinação para o processo de usinagem e compreenda o bloco de fundição 45 possuindo um alojamento com recesso 46 no qual a pré-forma de bloqueio 41 é alojada, e um anel de bloqueio 42.

[0070] A pré-forma 41 pode ser inclinada em um ângulo α com relação ao eixo geométrico vertical. O material de fundição de bloqueio

44 é despejado dentro da cavidade 47 definida pela superfície dianteira 11 da lente ótica 10, alojamento 46 e pré-forma inclinada 41. Quando resfriado o material de fundição de bloqueio 44 solidifica para suportar a lente ótica 10 na orientação prismática desejada para usinagem. A superfície inferior ou superfície de suporte 441 do material de bloqueio 441 age como uma superfície de referência. O dispositivo de bloqueio 40 é fornecido com marcações de referência similares às marcações de referência do dispositivo de bloqueio 20 da modalidade anterior para fins de posicionamento.

[0071] Com referência à figura 11, uma etapa inicial S11 da fabricação de uma lente ótica de acordo com a segunda modalidade da invenção, envolve a colocação do elemento de lente semiacabado 10 no dispositivo de bloqueio de lente 40. O elemento de lente 10 é posicionado no dispositivo de bloqueio 40 com a superfície pré-formada, que, nesse caso é a superfície dianteira 11, sendo colocada voltada para baixo e em contato com o dispositivo de bloqueio 40. A superfície 12 a ser usinada é, dessa forma, orientada para se voltar para cima e para longe do dispositivo de bloqueio 20. Na etapa S12, o posicionamento do elemento de lente 10 no dispositivo de bloqueio 40 é determinado de forma similar à etapa S2 da modalidade anterior. Na etapa S13 o erro de posicionamento é determinado de forma similar à etapa S3 da modalidade anterior.

[0072] Como na modalidade anterior, a usinagem é configurada para posicionar a superfície traseira levando em consideração o erro de posicionamento determinado de modo que as propriedades óticas da lente ótica a ser fabricada sejam respeitadas na etapa S14.

[0073] Na segunda modalidade, em adição ao reposicionamento da superfície traseira 13 a ser gerada a fim de fornecer o formato de lente necessário, a superfície 13 a ser gerada pode ser girada na etapa S15 a fim de que o plano normal com relação à superfície a ser fa-

bricada no eixo geométrico de usinagem de rotação seja colinear com o eixo geométrico de usinagem de rotação a fim de, dessa forma, garantir que a superfície não seja prismada no eixo geométrico de usinagem. A fim de compensar a rotação da superfície 13 a ser gerada, na etapa S16 a pré-forma 41 é inclinada em um ângulo prismático α com relação ao plano vertical para fornecer um prisma de bloqueio. Depois que o braço de fixação 35 foi colocado no lugar o material de fundição de bloqueio 44 é despejado dentro da cavidade 47 definida pela superfície dianteira 11 da lente ótica 10, alojamento 46 e pré-forma inclinada 41. Quando resfriado, o material de fundição metálico 44 solidifica para suportar a lente ótica 10 na orientação prismática desejada para o processo de usinagem.

[0074] Com referência à figura 12, o elemento de lente é bloqueado por material de suporte solidificado 44 em um ângulo prismático α para o processo de usinagem.

[0075] Apesar de a presente invenção ter sido descrita acima com referência às modalidades específicas, a presente invenção não está limitada às modalidades específicas, e modificações serão aparentes aos versados na técnica que se encontram dentro do escopo da presente invenção.

[0076] Por exemplo, apesar de nas modalidades acima da invenção o erro de posicionamento ser determinado depois que o braço de fixação foi colocado no lugar e antes de o material de bloqueio ser despejado na cavidade, será apreciado que o erro de posicionamento pode ser determinado em estágios diferentes do procedimento de bloqueio. Por exemplo, em outras modalidades da invenção, o posicionamento do elemento de lente medido e o erro de posicionamento determinado:

[0077] antes de o braço de fixação ser colocado no lugar;

[0078] depois de o braço de fixação ter sido liberado e antes de o

elemento de lente semiacabado bloqueado ser removido do aparelho de bloqueio;

[0079] depois de o elemento de lente semiacabado ter sido montado no aparelho de usinagem.

[0080] Será apreciado que a estimativa do erro de posicionamento pode ser realizada em mais de um estágio durante o procedimento de bloqueio. Por exemplo, o erro de posicionamento pode ser determinado antes de a cavidade do dispositivo de bloqueio ser preenchida pelo material de bloqueio e mais uma vez quando o elemento de lente é montado no aparelho de usinagem.

[0081] Enquanto os exemplos acima foram descritos com referência à fabricação de uma lente oftálmica, será apreciado que o método da invenção pode ser aplicado de forma mais geral à fabricação de outros tipos de lente ótica, por exemplo, lente ótica utilizada em telescópios e similares.

[0082] Os métodos das modalidades da invenção consistem da compensação de um erro de posicionamento ao invés do reposicionamento de um elemento de lente a fim de reduzir o erro. Não existe qualquer impacto na operação de bloqueio real visto que a compensação é realizada por software, e, dessa forma, nenhuma modificação ao equipamento de bloqueio físico é necessária para os métodos a serem implementados. As tolerâncias aceitáveis para os erros de posicionamento podem ser aumentadas visto que os erros são compensados. A figura 13 ilustra o que pode acontecer quando a superfície usinada é posicionada de forma incorreta com relação a uma superfície pré-formada na fabricação de uma lente ótica. Na figura 13, a geração da superfície traseira 13 com relação à superfície dianteira 11 é ilustrada para:

[0083] o caso 1 onde o elemento de lente é localizado no posicionamento correto com relação ao bloqueador 21 – nesse caso a superfície traseira 13 é corretamente orientada com relação a e distanciada

da superfície dianteira 11 de acordo com a prescrição ótica;

[0084] o caso 2 no qual o elemento de lente é incorretamente localizado com relação ao bloqueador 21 – nesse caso a superfície traseira 13 é incorretamente orientada com relação a e distanciada da superfície dianteira 11 e uma lente de formato incorreto é produzida que não corresponde à prescrição ótica; e

[0085] o caso 3 no qual o elemento de lente é incorretamente localizado com relação ao bloqueador 21 – nesse caso o erro de posicionamento com relação a um posicionamento correto é calculado e a superfície traseira é gerada de acordo com o erro de posicionamento criando, dessa forma, uma lente ótica similar à lente ótica criada no caso 1 de acordo com a prescrição ótica.

[0086] Pela compensação de tal forma dos erros de posicionamento, a qualidade ótica da lente ótica usinada pode ser aperfeiçoada, particularmente na fabricação da lente de lado duplo pela redução da dispersão relacionada com o estágio de bloqueio da operação de fabricação. Essa dispersão resulta do posicionamento incorreto de uma superfície de uma lente ótica com relação a uma superfície oposta.

[0087] Muitas modificações e variações adicionais serão sugeridas aos versados na técnica mediante a realização de referência às modalidades ilustrativas acima, que são fornecidas por meio de exemplo apenas e que não devem limitar o escopo da invenção, isso sendo determinado apenas pelas reivindicações em anexo.

[0088] Nas reivindicações, o termo "compreendendo" não exclui outros elementos ou etapas, e o artigo indefinido "um" ou "uma" não exclui uma pluralidade. O mero fato de diferentes características serem recitadas em reivindicações dependentes mutuamente diferentes não indica que uma combinação dessas características não possa ser utilizada de forma vantajosa. Qualquer sinal de referência nas reivindicações não deve ser considerado limitador do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de fabricação de uma lente ótica, o método compreendendo as etapas de:

bloquear um elemento de lente (10) em um primeiro posicionamento em um bloqueador (21);

determinar o primeiro posicionamento do elemento de lente (10) com relação ao bloqueador;

CARACTERIZADO por comparar o primeiro posicionamento do elemento de lente (10) com um posicionamento predeterminado a fim de determinar um erro de posicionamento entre o primeiro posicionamento e o posicionamento predeterminado;

determinar um posicionamento de superfície da superfície a ser fabricada (13) com relação ao bloqueador (10) de acordo com o erro de posicionamento; e

configurar os parâmetros operacionais de uma ferramenta de fabricação de lente a fim de fabricar uma superfície (13) de acordo com o posicionamento de superfície determinado de modo que as propriedades óticas desejadas da lente ótica sejam respeitadas.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de a determinação do primeiro posicionamento do elemento de lente (10) compreender as etapas de determinação de:

orientar o eixo geométrico nasal-temporal (RZ) do elemento de lente (10) e

descentralizar o elemento de lente (10) com relação ao bloqueador (21) e onde a geometria da superfície (11) do elemento de lente (10) em contato com o bloqueador (21) e a configuração geométrica do anel bloqueador (22) suportando o elemento de lente (10) pode ser utilizada para determinar o posicionamento do elemento de lente (10) com relação ao bloqueador (21) em termos de seis graus de

liberdade.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de a determinação de um primeiro posicionamento do elemento de lente compreender a determinação do posicionamento das marcações de referência da lente (111) em uma superfície oposta do elemento de lente para a superfície sendo fabricada com relação às marcações de referência do bloqueador (211, 222) no bloqueador.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender a visualização das marcações de referência da lente (111) através do elemento de lente (10) e onde as propriedades de refração do elemento de lente (10) são levadas em consideração quando da determinação do posicionamento das marcações de referência de lente (111).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender adicionalmente a rotação da superfície a ser fabricada (13) de modo que o plano normal com relação à superfície a ser fabricada (13) no eixo geométrico de fabricação de rotação seja colinear com a fabricação do eixo geométrico de rotação, e fornecendo um prisma de bloqueio para orientar o elemento de lente de modo a compensar a rotação.

6. Aparelho para a fabricação de uma lente ótica, o aparelho compreendendo:

um bloqueador (21) para bloquear um elemento de lente (10) em um primeiro posicionamento;

um processador para determinar o primeiro posicionamento do elemento de lente (10) com relação ao bloqueador (21);

CARACTERIZADO por comparar o primeiro posicionamento do elemento de lente (10) com um posicionamento predeterminado a fim de determinar um erro de posicionamento entre o primeiro posi-

cionamento e o posicionamento predeterminado;

determinar o posicionamento de superfície da superfície a ser fabricada (13) de acordo com o erro de posicionamento; e

configurar os parâmetros operacionais de uma ferramenta de fabricação de lente de acordo com o erro de posicionamento a fim de fabricar uma superfície de acordo com o posicionamento de superfície determinado de modo que as propriedades óticas desejadas da lente ótica sejam respeitadas.

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de o processador operar para determinar o posicionamento do elemento de lente (10) pela medição:

da orientação do eixo geométrico nasal-temporal (RZ) do elemento de lente (10); e

da descentralização do elemento de lente (10), com relação ao bloqueador (21) onde a geometria da superfície (11) do elemento de lente (10) em contato com o bloqueador (21) e a configuração geométrica do anel bloqueador (22) suportando o elemento de lente (10) possam ser utilizados para determinar o posicionamento do elemento de lente (10) com relação ao bloqueador (21) em termos de seis graus de liberdade.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de o processador operar para calcular o erro de posicionamento pela determinação do posicionamento das marcações de referência da lente (111) em uma superfície (11) oposta do elemento de lente (10) à superfície sendo fabricada (13) com relação às marcações de referência do bloqueador (211, 222) no bloqueador.

9. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender adicionalmente uma câmera digital (36) que opera para visualizar as marcações

(111, 211, 222) através do elemento de lente (10) e onde o processador opera para levar em consideração as propriedades de refração do elemento de lente (10) quando da determinação do posicionamento das marcações de superfície de lente (111).

10. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de o processador operar para girar a superfície a ser fabricada (13) de modo que o plano normal da superfície a ser fabricada (13) ser colinear com o eixo geométrico de fabricação de rotação e o bloqueador (21) ser disposto de modo a incluir um prisma de bloqueio para compensar a rotação.

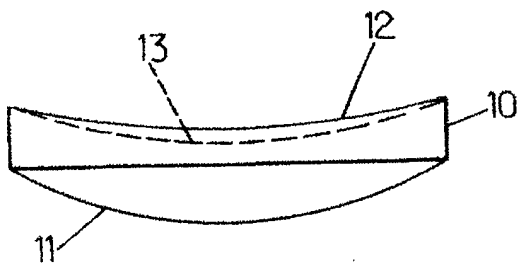


FIG. 1A.

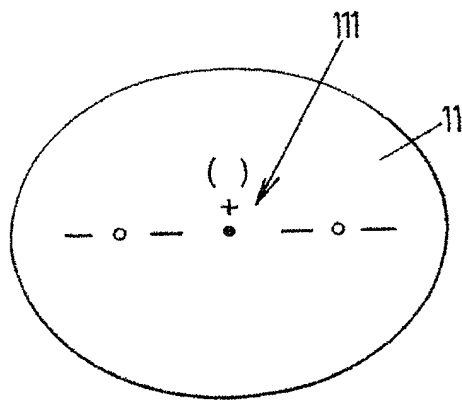


FIG. 1B.

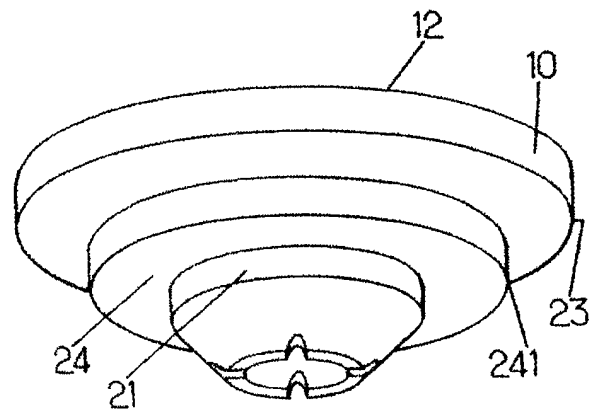


FIG. 2A.

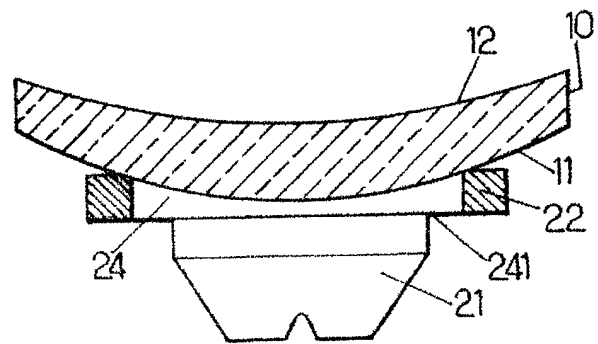


FIG. 2B.

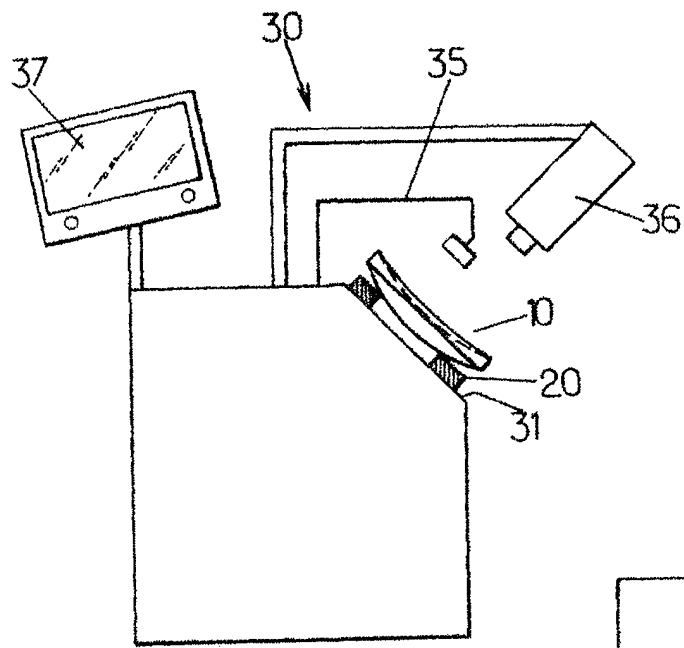


FIG. 3.

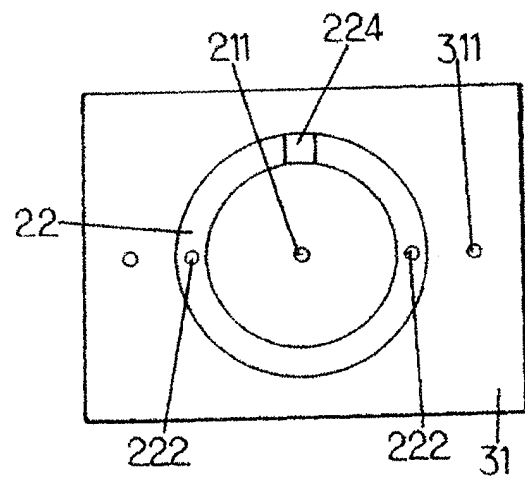


FIG. 4.

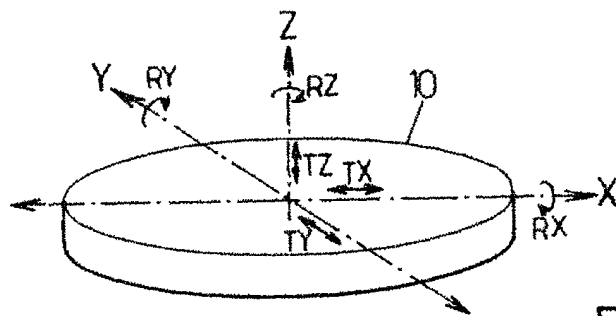


FIG. 6.



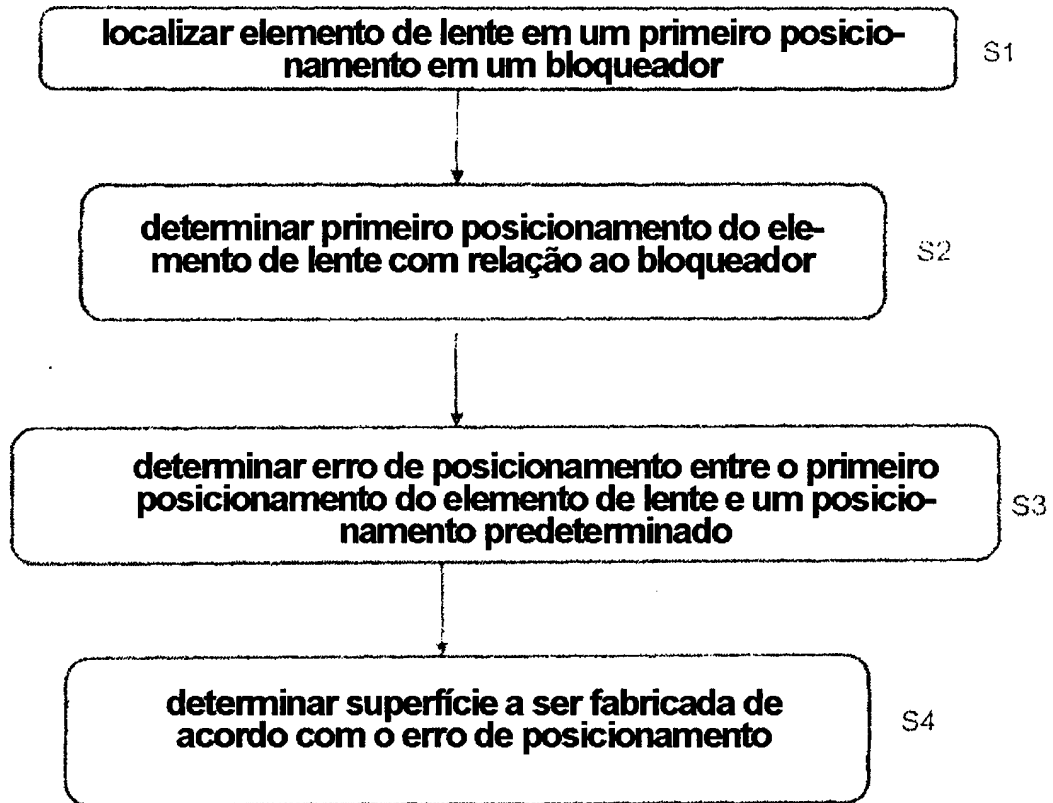


FIG.5.

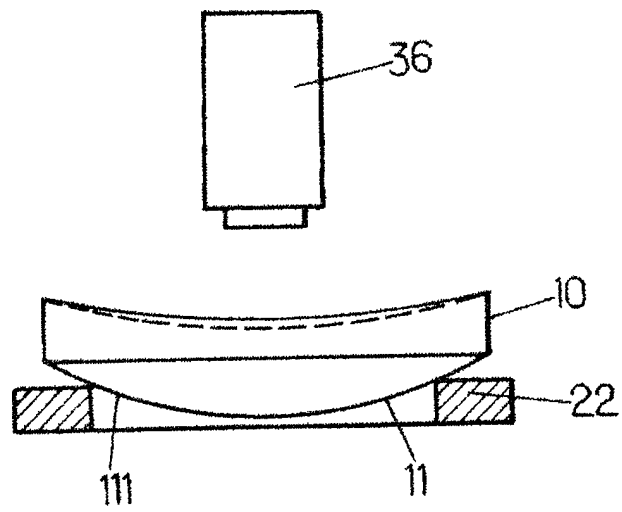


FIG. 7.

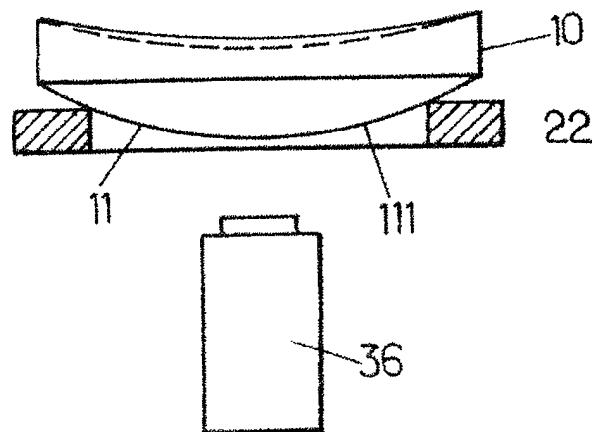


FIG. 9.

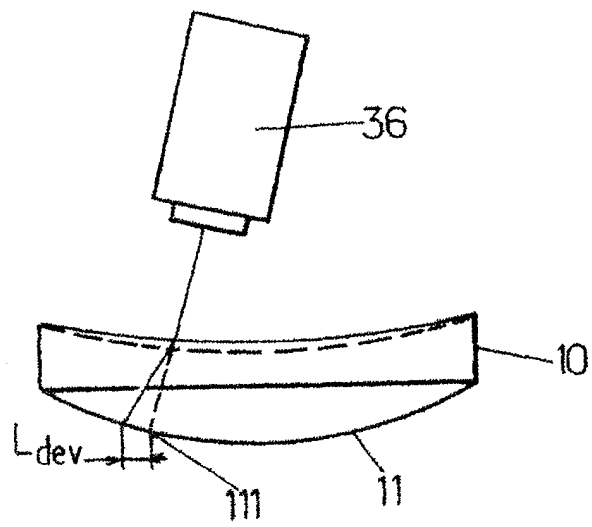


FIG. 8A.

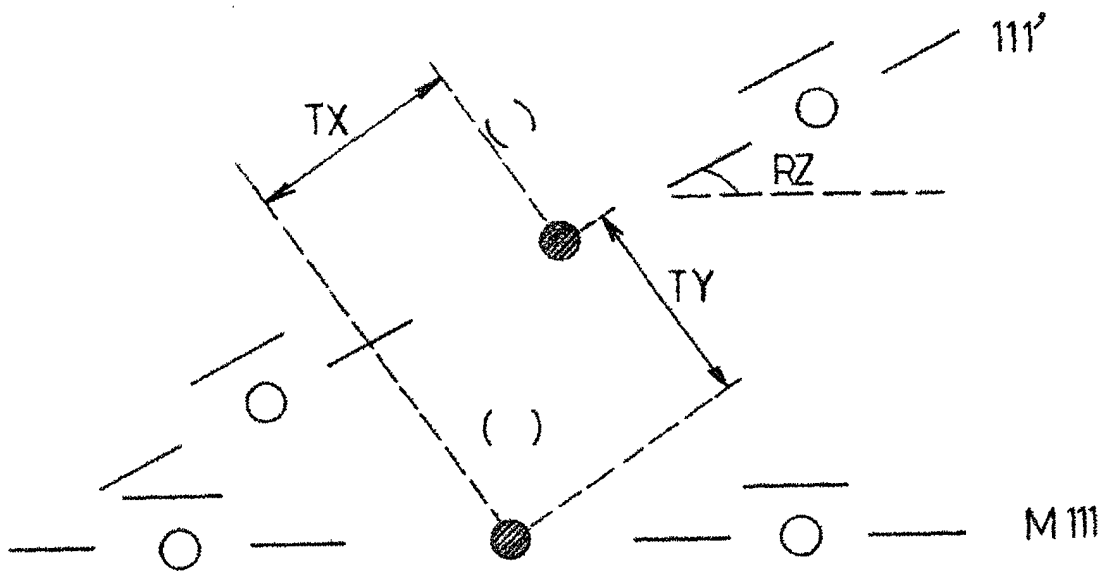


FIG. 8B.

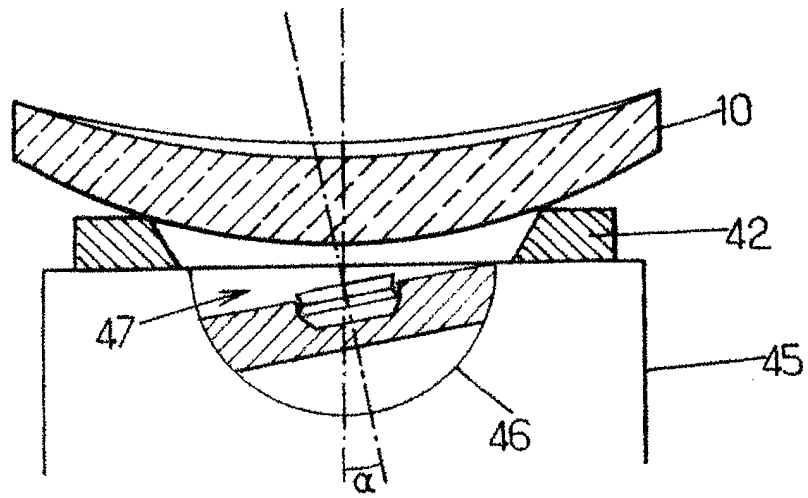


FIG.10.

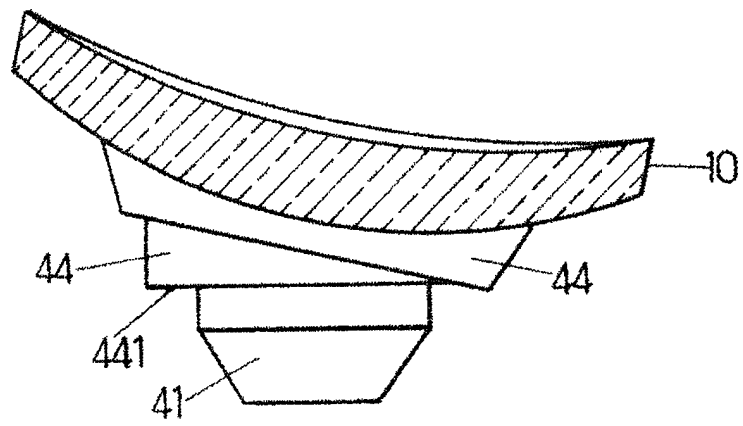


FIG.12.

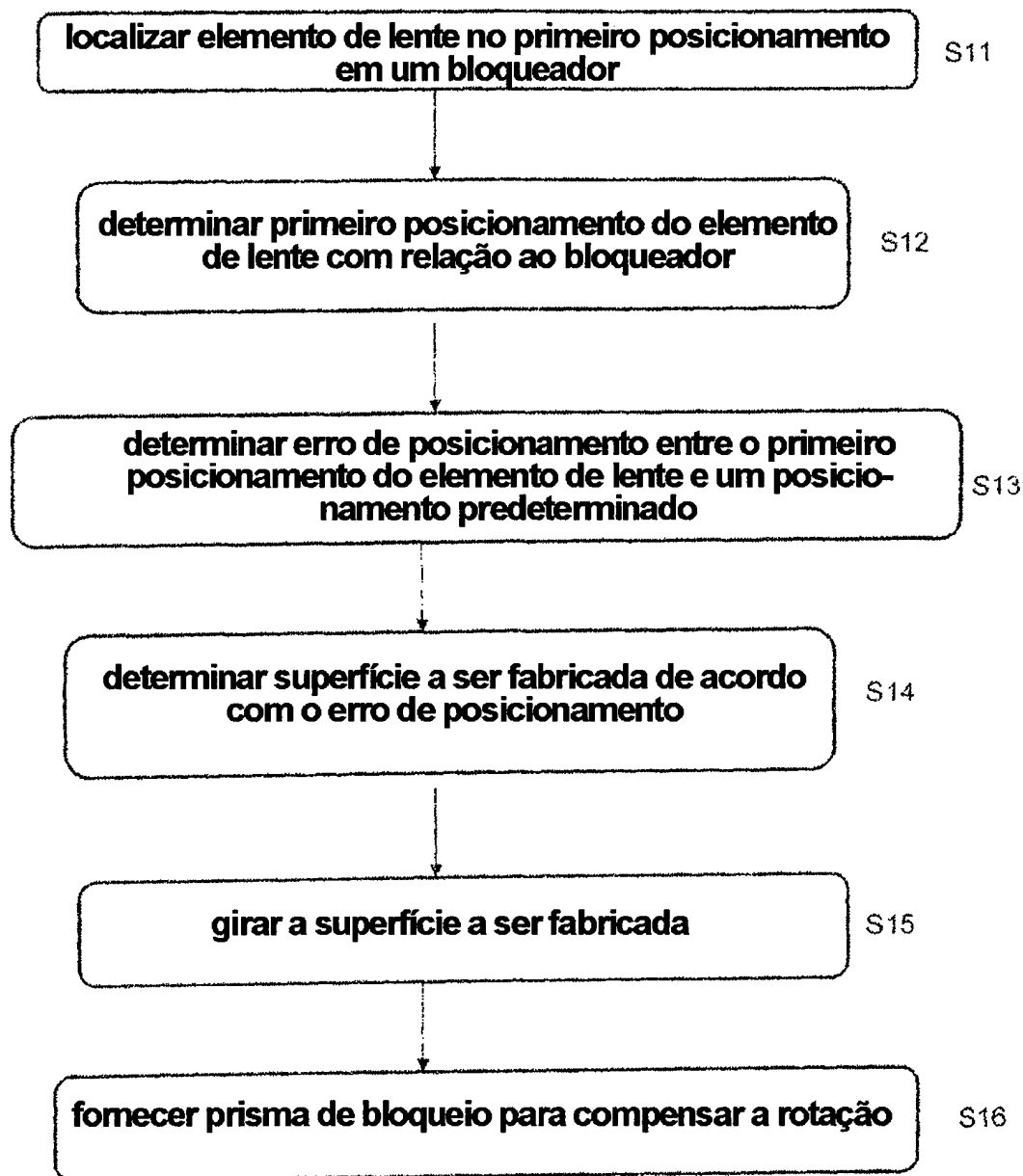


FIG.11.

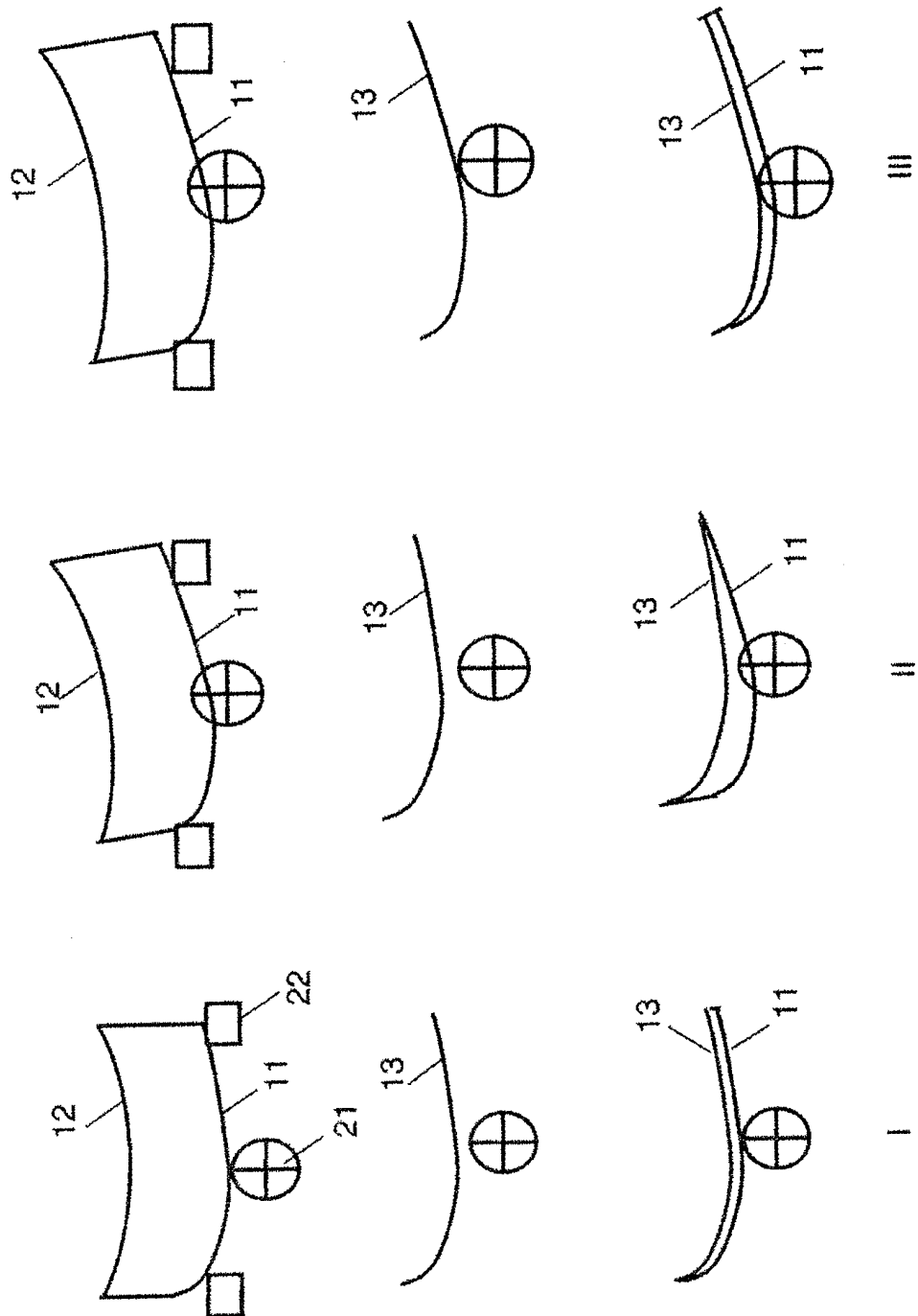


FIG. 13.