



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

(21) BR 112013013440-2 A2



(22) Data do Depósito: 29/11/2011

(43) Data da Publicação Nacional: 03/12/2019

(54) Título: SISTEMA DE METROLOGIA COM SENSOR CONFOCAL A LASER

(51) Int. Cl.: G01M 11/02; G01B 11/06.

(30) Prioridade Unionista: 28/11/2011 US 13/305,666; 30/11/2010 US 61/418,148.

(71) Depositante(es): JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC..

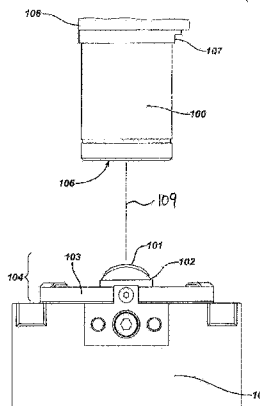
(72) Inventor(es): MICHAEL F. WIDMAN; JOHN B. ENNS; MARK P. POWELL; PETER W. SITES; CHRISTOPHER WILDSMITH.

(86) Pedido PCT: PCT US2011062408 de 29/11/2011

(87) Publicação PCT: WO 2012/075016 de 07/06/2012

(85) Data da Fase Nacional: 29/05/2013

(57) Resumo: SISTEMA DE METROLOGIA COM SENSOR CONFOCAL A LASER A presente invenção refere-se a um aparelho para um método sem contato de obtenção de medições tridimensionais precisas de uma lente de contato seca, mais especificamente, com o uso de metrologia de lente seca a fim de conhecer uma espessura exata de uma lente de contato.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE METROLOGIA COM SENSOR CONFOCAL A LASER**".

PEDIDOS RELACIONADOS

5 Este pedido reivindica a prioridade sobre o pedido de patente US n° de série 13/305.666 que foi depositado em 28 de novembro de 2011; e pedido de patente provisório US n° de série 61/418.148 que foi depositado em 30 de novembro de 2010, cujos conteúdos são baseados e incorporados por referência.

CAMPO DE USO

10 Esta invenção descreve um aparelho para um método sem contato de obtenção de medições tridimensionais precisas de uma lente de contato seca, mais especificamente, com o uso de metrologia de lente seca a fim de conhecer a espessura exata de uma lente de contato.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

15 As lentes oftálmicas muitas vezes são feitas através de moldagem por fundição, na qual um material monomérico é depositado em uma cavidade definida entre as superfícies ópticas das partes opostas de um molde. Os moldes com múltiplas partes usados para moldar os hidrogéis formando um artigo útil, como uma lente oftálmica, podem incluir, por exemplo, uma primeira parte de molde com uma porção convexa que corresponde  
20 à curva da parte posterior de uma lente oftálmica e uma segunda parte de molde com uma porção côncava que corresponde à curva da parte frontal da lente oftálmica. Para preparar uma lente com o uso destas partes de molde, uma formulação de lente de hidrogel não curada é colocada entre uma parte  
25 plástica de molde curvada frontal descartável e uma parte plástica de molde curvada posterior descartável.

A parte de molde curvada frontal e a parte de molde curvada posterior são tipicamente formadas através de técnicas de modelagem por injeção, nas quais o plástico fundido é forçado para o interior de um imple-  
30 mento de aço altamente usinado com pelo menos uma superfície de qualidade óptica.

As partes de molde curvadas frontal e posterior são colocadas

lado a lado para conformarem a lente de acordo com os parâmetros desejados. A formulação de lente foi subsequentemente curada, por exemplo, por exposição à luz, formando assim uma lente. Depois da cura, as partes de molde são separadas e a lente é removida das partes de molde.

5                   A moldagem de lentes oftálmicas por meio de fundição tem sido particularmente satisfatória em produções de alto volume para um número limitado de dimensões e potências de lentes. Entretanto, a natureza dos equipamentos e processos de moldagem por injeção dificulta a formação de lentes específicas personalizadas ao olho de um paciente particular ou a  
10                   uma aplicação particular. Consequentemente, outras técnicas foram examinadas, como: torneamento de um botão de lente e técnicas de estereolitografia. Entretanto, o torneamento exige um material para lente com módulo elevado, é demorado e limitado quanto ao âmbito da superfície disponível e a estereolitografia não produz uma lente adequada para o uso humano.

15                   Em descrições anteriores, foram descritos métodos e aparelhos para formação de lentes personalizadas através do uso de técnicas litográficas baseadas em voxel. Um importante aspecto destas técnicas é que uma lente é produzida de uma maneira inovadora onde uma de duas superfícies da lente é formada de forma livre sem moldagem por fundição, torneamento  
20                   ou outras implementações. Uma superfície e base de formação livre podem incluir um meio fluente contínuo incluído na superfície de formação livre. Esta combinação resulta em um dispositivo algumas vezes referido como um precursor de lente. Tratamentos de hidratação e radiação de fixação podem ser tipicamente utilizados para converter um Precursor de Lente em uma lente  
25                   oftálmica.

                    Uma lente de forma livre criada dessa maneira pode precisar ser medida a fim de determinar os parâmetros físicos da lente. Portanto, o aparelho e métodos são necessários para medir uma lente formada de um precursor.

### 30    SUMÁRIO

                    Consequentemente, a presente invenção refere-se a métodos e a aparelho para medir uma lente oftálmica e, em algumas modalidades, um

instrumento óptico sem contato pode ser utilizado para determinar uma medição de espessura precisa de uma lente oftálmica. Algumas modalidades incluem adicionalmente aparelho e métodos de medição para medir uma lente oftálmica em três dimensões.

5                    Em geral, a presente invenção inclui um sensor de deslocamento confocal e um conjunto de elementos ópticos, que, em algumas modalidades, podem incluir um elemento óptico de formação usado como uma curva posterior para formar uma lente oftálmica. Em algumas modalidades preferenciais, um conjunto de elementos ópticos pode ser montado em uma montagem cinemática que pode ser fixada de maneira fixa a uma plataforma rotacional de mancal a ar.

10                    Algumas modalidades também podem incluir um aparelho para ajustar o posicionamento de um ou ambos dentro um mandril de elemento óptico de formação que retém uma lente oftálmica e um dispositivo de medição. Por exemplo, em algumas modalidades, os ajustes podem ser realizados no aparelho até que um centro de rotação para um conjunto de elementos ópticos de formação e um sensor de deslocamento possa ser alinhado, sendo que medições precisas podem ser tomadas de uma lente e de um conjunto de elementos ópticos de formação através de um aparelho ajustado.

15                    Em um outro aspecto, em algumas modalidades, por exemplo, um sensor de deslocamento pode tomar medições de um mandril de elemento óptico de formação que não contém uma lente. Subsequentemente, um arquivo de dados de uma medição de elemento óptico de formação pode ser utilizado como um arquivo de referência que pode ser usado para comparar a uma medição tomada a partir de um elemento óptico de formação contendo uma lente. Em algumas modalidades, os dados de medição obtidos podem ser armazenados em várias modalidades.

20                    Em ainda um outro aspecto, em algumas modalidades, um conjunto de elementos ópticos de formação pode ser montado em uma montagem cinemática e também pode ser usado mais de uma vez para formar uma lente oftálmica. Subsequentemente, uma medição pode ser realizada a

partir de um conjunto de elementos ópticos de formação contendo uma lente montada no mesmo, e dados de medição precisa podem ser subsequentemente armazenados em várias modalidades. As comparações podem ser realizadas entre dados de medição descritiva de um ou mais dentre um elemento óptico de formação, uma lente oftálmica e um elemento óptico de formação contendo uma lente oftálmica no mesmo.

Outros aspectos podem incluir, arquivos de dados que compreendem informações de medição que podem ser, posteriormente, convertidos de coordenadas radiais esféricas em um ou ambos dentre coordenadas axiais e outros indicadores espaciais. Vários arquivos de dados podem ser matematicamente comparados para criar um arquivo de espessura axial para uma lente medida.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Fig. 1 ilustra uma vista em planta de uma lente oftálmica em um mandril e um sensor de deslocamento confocal de acordo com algumas modalidades da presente invenção.

A Fig. 2A ilustra uma seção transversal de uma montagem cinemática e um conjunto de elementos ópticos de formação.

A Fig. 2B ilustra uma vista superior de uma montagem cinemática e um mandril de elemento óptico de formação.

A Fig. 3A ilustra uma vista lateral de um aparelho de metrologia que inclui um eixo de rotação de sensor e múltiplos ajustadores de sensor de deslocamento.

A Fig. 3B ilustra uma vista lateral mais ampliada de um aparelho de metrologia que inclui um eixo de rotação de elemento óptico de formação e múltiplos ajustadores de elemento óptico de formação.

A Fig. 4 ilustra etapas de método de acordo com algum aspecto adicional da presente invenção.

As Figs. 5A e 5B ilustram dados de metrologia representados em coordenadas radiais esféricas.

A Fig. 6 ilustra um processador que pode ser usado para implementar algumas modalidades da presente invenção.

## DESCRIÇÃO DETALHADA

A presente invenção fornece métodos e aparelho para medir uma espessura de um ou ambos dentre uma lente e precursor de lente. Nas seções a seguir, serão fornecidas descrições detalhadas das modalidades da invenção. A descrição tanto das modalidades alternativas como das preferenciais, apesar de completas, são apenas modalidades exemplificadoras, e os versados na técnica irão entender que variações, modificações e alterações podem estar aparentes. Portanto, deve ficar compreendido que as ditas modalidades exemplificadoras não limitam a amplitude dos aspectos da invenção sustentada. Etapas de métodos aqui descritos são mencionadas em uma sequência lógica nessa discussão. Entretanto, de maneira alguma essa sequência limita a ordem na qual elas podem ser implementadas, a menos que estabelecido de outra forma. Além disso, nem todas as etapas são necessárias para implementar a presente invenção e etapas adicionais podem estar incluídas em várias modalidades da presente invenção.

### Glossário

Nessa descrição e reivindicações direcionadas à invenção apresentada, vários termos podem ser usados, em cujo caso, as definições a seguir se aplicam:

20 O termo "radiação actínica" para uso na presente invenção, refere-se à radiação que é capaz de iniciar uma reação química, como, por exemplo, polimerização de uma mistura reativa.

O termo "arqueado" para uso na presente invenção, refere-se a uma curva ou flexão semelhante a um arco.

25 O termo "Lei de Beer" como chamado na presente invenção e às vezes chamado de "Lei Beer-Lambert" é:  $I(x)/I_0 = \exp(-cx)$ , em que  $I(x)$  é a intensidade como uma função da distância  $x$  da superfície irradiada,  $I_0$  é a intensidade incidente na superfície,  $c$  é o coeficiente de absorção do componente de absorção, e  $c$  é a concentração do componente de absorção.

30 O termo "colimar" como usado aqui significa limitar o ângulo cônico da radiação, como radiação de luz que segue como saída de um aparelho recebendo radiação como uma entrada; em algumas modalidades, o ân-

gulo cônico pode ser limitado de modo que raios de luz que seguem sejam paralelos. Consequentemente, um "colimador" inclui um aparelho que executa esta função e "colimado" descreve o efeito sobre a radiação.

O termo "DMD" (digital micromirror device - dispositivo de micro-espelhos digital) para uso na presente invenção, um dispositivo digital de microespelho é um modulador espacial de luz biestável que consiste em uma matriz de microespelhos móveis funcionalmente montados sobre um CMOS SRAM. Cada espelho é independentemente controlado pelo carregamento de dados na célula de memória abaixo do espelho para orientar a luz refletida, mapeando espacialmente um pixel de dados de vídeo a um pixel em uma tela. Os dados controlam eletrostaticamente o ângulo de inclinação do espelho de uma maneira binária, onde os estados do espelho são graus +X (ligado) ou graus -X (desligado). Para dispositivos atuais, X pode ser 10 graus ou 12 graus (nominal). A luz refletida pelos espelhos é então passada através de uma lente de projeção e sobre um visor. A luz é refletida de uma distância que cria um campo escuro, e define o piso de nível escuro da imagem. As imagens são criadas pela modulação em escala cinza entre os níveis de ligado (on) e desligado (off) a uma taxa rápida o suficiente para ser integrada pelo observador. O DMD é algumas vezes sistemas de projeção de DLP.

O termo "DMD Script" para uso na presente invenção deve se referir a um protocolo de controle de um modulador espacial de luz e também a sinais de controle de qualquer componente de sistema como, por exemplo, uma fonte de luz ou roda de filtro que pode incluir uma série de sequências de comando em tempo. O uso do acrônimo DMD não se destina a limitar o uso deste termo a qualquer tipo ou tamanho particular de modulador espacial de luz.

O termo "radiação de fixação" como usado aqui, refere-se à radiação actínica suficiente para um ou mais dentre: polimerizar e reticular, essencialmente toda mistura reativa que compreende um precursor de lente ou lente.

O termo "meio reativo fluente de lente" para uso na presente in-

venção significa uma mistura reativa que é fluxível em sua forma nativa, forma reagida ou parcialmente reagida, e uma porção ou todo o meio reativo que pode ser formado por processamento adicional em uma parte de uma lente oftálmica.

5 O termo "forma livre" para uso na presente invenção, como "formada livremente" ou "forma livre" refere-se a uma superfície que é formada por reticulação de uma mistura reativa e não é formatada de acordo com um molde por fundição, torneamento ou ablação a laser.

10 O termo "ponto de gel" para uso na presente invenção refere-se ao ponto no qual um gel ou fração insolúvel é vista pela primeira vez. O ponto de gel é a extensão da conversão em que uma mistura de polimerização de líquido se torna um sólido.

15 O termo "lente" para uso na presente invenção refere-se a qualquer dispositivo oftálmico que resida no ou sobre o olho. Esses dispositivos podem fornecer correção óptica ou podem ser cosméticos. Por exemplo, o termo lente pode se referir a uma lente de contato, lente intraocular, lente de sobreposição, elemento de inserção ocular, elemento de inserção óptico ou outro dispositivo similar através do qual a visão é corrigida ou modificada, ou através do qual a fisiologia ocular é cosmeticamente aprimorada (por exemplo, cor da íris), sem prejudicar a visão. Em algumas modalidades, as lentes preferenciais da invenção são lentes de contato suaves, são feitas de hidrogeis ou elastômeros de silicone, as quais incluem, mas não se limitam a hidrogeis de silicone e flúor-hidrogeis de silicone.

25 O termo "precursor de lente" para uso na presente invenção significa um objeto compósito que consiste em uma forma de precursor de lente e uma mistura reativa de lente fluente em contato com a forma de precursor de lente. Por exemplo, em algumas modalidades, o meio reativo fluente de lente é formado no curso de produção de uma forma de precursor de lente em um volume de mistura reativa. A separação da forma de precursor de lente e do meio reativo fluente de lente aderido do volume de mistura reativa usada para produzir a forma de precursor de lente pode gerar um precursor de lente. Adicionalmente, um precursor de lente pode ser convertido em uma

30

entidade diferente pela remoção de quantidades significativas de mistura reativa de lente fluente ou pela conversão de uma quantidade significativa de meio reativo fluente de lente no material não fluente incorporado.

5 O termo "forma de precursor de lente" para uso na presente invenção significa um objeto não fluente com ao menos uma superfície de qualidade óptica que é consistentemente incorporada, mediante processamento adicional, em uma lente oftálmica.

10 O termo "mistura para formação de lente" para uso na presente invenção, o termo, "mistura reativa" ou "MMR" (mistura de monômero reativo) refere-se a um material de monômero ou pré-polímero que pode ser reticulado para formar uma lente oftálmica. Várias modalidades podem incluir misturas para formação de lente com um ou mais aditivos como: bloqueadores de UV, tonalizantes, fotoiniciadores ou catalisadores, e outros aditivos que podem ser desejáveis em lentes oftálmicas como, de contato ou lentes  
15 intraoculares.

O termo "molde" para uso na presente invenção refere-se a um objeto rígido ou semirrígido que pode ser usado para formar lentes a partir de formulações não curadas. Alguns moldes preferenciais incluem duas partes de molde que formam uma parte de molde de curva anterior e uma parte  
20 de molde de curva posterior.

O termo "componente para absorção de radiação" para uso na presente invenção refere-se a componente de absorção de radiação que pode ser combinado em uma formulação de mistura de monômero reativo e que pode absorver radiação em uma faixa específica de comprimento de  
25 onda.

Mistura reativa (também, às vezes, chamada na presente invenção como: mistura para formação de lente ou mistura de monômeros reativos e com o mesmo significado como "mistura para formação de lente").

O termo "liberar de um molde" para uso na presente invenção  
30 significa que uma lente se torna separada por completo do molde ou é somente fixada de forma livre de modo que possa ser removida com agitação moderada ou empurrada para fora com um cotonete.

O termo "precursor de lente estereolitográfica" para uso na presente invenção significa um precursor de lente onde a forma de precursor de lente é formada pelo uso de uma técnica estereolitográfica.

5 O termo "substrato" como usado aqui significa uma entidade física mediante a qual outras entidades são colocadas ou formadas, às vezes chamadas na presente invenção de substrato ou um mandril.

O termo "meio reativo transiente de lente" para uso na presente invenção significa uma mistura reativa que permanece em uma forma de precursor de lente e não é totalmente polimerizada e pode permanecer em  
10 forma fluente ou não fluente. O meio reativo transiente de lente é significativamente removido por um ou mais dentre: limpeza, solvatação e etapas de hidratação antes de tornar-se incorporado em uma lente oftálmica. Portanto, para esclarecimento, a combinação de uma forma de precursor de lente e a mistura reativa transiente de lente não constituem um precursor de lente.

15 O termo "voxel" para uso na presente invenção "voxel" ou "voxel de radiação actínica" é um elemento de volume, que representa um valor em uma grade regular no espaço tridimensional. Um voxel pode ser visualizado como um pixel tridimensional, entretanto, onde um pixel representa dados de imagem em 2D, um voxel inclui uma terceira dimensão. Além disso, sendo  
20 que os voxels são frequentemente usados na visualização e análise de dados médicos e científicos, na presente invenção, um voxel é usado para definir os limites de uma quantidade de radiação actínica que alcançam um volume particular de mistura reativa, controlando assim a taxa de reticulação ou polimerização deste volume específico de mistura reativa. A título de exemplo, os voxels são considerados na presente invenção como existentes  
25 em uma única camada conformada a uma superfície de molde em 2D, sendo que a radiação actínica pode ser direcionada normalmente para a superfície 2D e em uma dimensão axial comum de cada voxel. Como exemplo, o volume específico de mistura reativa pode ser reticulado ou polimerizado de acordo com 768×768 voxels.  
30

O termo "precursor de lente baseado em voxel" para uso na presente invenção significa um precursor de lente onde a forma de precursor de

lente é formada pelo uso de uma técnica litográfica baseada em voxel.

O termo "Xgel" para uso na presente invenção é a extensão da conversão química de uma mistura reativa reticulável na qual a fração de gel se torna maior que zero.

5 O termo "mandril" para uso na presente invenção inclui um artigo com uma superfície formatada para segurar uma lente oftálmica.

Agora, referindo-se à Fig. 1, a mesma ilustra uma vista em planta de uma lente oftálmica 101 em um mandril de elemento óptico de formação 102 e um sensor de deslocamento confocal 100 de acordo com algumas modalidades da presente invenção. Em algumas modalidades, um sensor de deslocamento 100 pode incluir uma ou mais dentre uma lente objetiva 106, uma fonte de feixe de laser 107 e uma câmera 108. Em algumas modalidades adicionais, através de uma porção óptica central de uma lente objetiva 106, um feixe de laser 109 pode ser focalizado sobre uma superfície direcionada. Em algumas outras modalidades, uma lente objetiva 106 pode oscilar para cima e para baixo alterando um ponto focal de feixe de laser 109 até que uma câmera 108 determine em qual posição uma lente objetiva 106 pode obter um foco nítido. Adicionalmente, em algumas modalidades, um feixe de laser 109 pode ser refletido de uma superfície sobre uma câmera 108, em que a altura alvo de um sensor de deslocamento 100 pode ser determinada.

Ademais, em algumas modalidades, um sensor de deslocamento 100 pode computar o deslocamento de uma superfície. Em algumas modalidades preferenciais, por exemplo, um sensor de deslocamento 100 pode ter uma faixa de operação de 30 mm e pode ter uma espessura de mais de 1 mm a menos de 1 mm, enquanto mantém precisão de deslocamento adequada. Para finalidades exemplificadoras, em algumas modalidades, um sensor de deslocamento 100 pode incluir o modelo Keyence LT-9030M (Japão) ou qualquer outro sensor de deslocamento conhecido por aqueles na técnica.

30 Conforme ilustrado na Fig. 1, um mandril de elemento óptico de formação 102 pode ser usado para formar uma curva posterior de uma lente 101. Em algumas modalidades, um mandril de elemento óptico de formação

102 pode assentar-se em uma estrutura metálica 103, que compreende, em conjunto, um conjunto de elementos ópticos de formação 104. Em algumas outras modalidades, um dispositivo de montagem cinemática 105 pode prender um conjunto de elementos ópticos de formação 104 no lugar. Para 5 versados na técnica, uma montagem cinemática 105 pode ser definida como um mecanismo para montar um objeto em uma posição fixa relativa entre si. Em algumas modalidades, utilizar uma montagem cinemática 105 e uma técnica de montagem para implantar a mesma, pode permitir que um conjunto de elementos ópticos de formação 104 mantenha uma posição precisa 10 toda vez que um conjunto de elementos ópticos de formação 104 pode ser montado em uma montagem cinemática 105. Ademais, em algumas modalidades, que dizem respeito onde um sensor de deslocamento 100 pode tomar uma medida de referência em um elemento óptico de formação 102, isso pode ser funcionalmente importante para que um conjunto de elementos 15 ópticos de formação 104 mantenha uma posição de montagem precisa de cada vez, para obter dados de medição precisa. Consequentemente, em algumas modalidades, por exemplo, um conjunto de elementos ópticos de formação 104 que mantém uma posição precisa pode permitir que ocorra, um ou ambos, a formação e medição de uma lente 101 em um local exato 20 de um elemento óptico de formação 102 de cada vez, e que ocorra medição de um elemento óptico de formação 102 em uma posição exata de cada vez.

Agora com referência às Figs. 2A e 2B, a Fig. 2A ilustra uma seção transversal de uma montagem cinemática 205 e um conjunto de elementos ópticos de formação 204, sendo que um conjunto de elementos ópticos 25 de formação 204 inclui tanto um mandril de elemento óptico de formação 202 quanto uma estrutura metálica 203. A Fig. 2B ilustra uma vista superior de uma montagem cinemática 205 e um mandril de elemento óptico de formação 202. Em algumas modalidades, um topo de uma placa de uma montagem cinemática 205 pode incluir uma ou múltiplas esferas 200 incluídas 30 em um orifício. Em algumas modalidades adicionais, uma montagem cinemática 205 pode incluir uma ou múltiplas roscas 201 que podem ajudar no ajuste da altura de uma esfera 200 até que uma esfera 200 possa tocar um

conjunto de elementos ópticos de formação 204 em um ponto único através do qual um conjunto de elementos ópticos de formação 204 pode ser nivelado em um eixo de rotação de elemento óptico de formação.

Ademais, em algumas outras modalidades, uma montagem cinemática 205 pode incluir um ou mais pinos de esfera de ajustador 207 e um êmbolo 206 que pode ajudar na prensão de uma montagem cinemática 205 no lugar. Conseqüentemente, em algumas modalidades, um conjunto de pino de mola 210 pode incluir um ou mais dentre um êmbolo 206 que pode ser conduzido por um sulco, uma mola 208 que pode ser assentada atrás de um êmbolo 206 e uma rosca de conjunto de pino de mola 209 que pode captar uma mola 208.

Em alguns aspectos dessa invenção, um êmbolo 206 pode mover-se para dentro e para fora livremente, sendo que um êmbolo 206 pode engatar-se a um conjunto de elementos ópticos de formação 204 em uma posição comprimindo-se em um entalhe 211. Mais especificamente, em algumas modalidades, por exemplo, um entalhe 211 pode prender um conjunto de elementos ópticos de formação 204 para permanecer inclinado em um ângulo reto enquanto uma mola 208 pode empurrar um êmbolo 206 em um entalhe 211. Em algumas modalidades adicionais, um conjunto de pino de mola 210 através de um êmbolo 206, pode empurrar um conjunto de elementos ópticos de formação 204 em uma determinada direção (por exemplo, esquerda ou direita), sendo que uma borda de um conjunto de elementos ópticos de formação 204 pode colidir em um ou ambos os pinos de esfera de ajustador 207. Ademais, em algumas modalidades, ajustar um pino de esfera de ajustador 207 pode permitir ajuste de toda uma posição X, Y de um conjunto de elementos ópticos de formação 204.

Em outro aspecto, uma bomba de pressão atmosférica negativa pode ser usada para suprir pressão atmosférica negativa, ou pressão de vácuo 212 para um espaço entre um conjunto de elementos ópticos de formação 204 e uma montagem cinemática 205 através de um eixo de rotação de elemento óptico de formação. Em algumas modalidades, por exemplo, pode ser usado um vácuo para prender de modo liberável um conjunto de elemen-

tos ópticos de formação 204 abaixo sobre uma ou mais esferas 200 mas não, no entanto, de modo que um ou ambos dentre uma mola 208 e um êmbolo 206 podem ser inibidos de empurrar um conjunto de elementos ópticos de formação 204 contra um ou ambos os pinos de esfera de ajustador 207.

5 Agora com referência às Figs. 3A e 3B, a Fig. 3A ilustra uma vista lateral de um aparelho de metrologia incluindo um eixo de rotação de sensor 301 e múltiplos ajustadores de sensor de deslocamento 300. A Fig. 3B ilustra uma vista lateral mais ampliada de um aparelho de metrologia que inclui um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308 e múltiplos ajustadores de elemento óptico de formação 302. Em algumas modalidades, por exemplo, um sensor 300 pode girar através de um eixo de rotação de sensor 301 e um conjunto de elementos ópticos de formação 304 montados em um dispositivo de montagem cinemática 305, pode girar através de um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308 durante toda a duração de uma medição. Para finalidades exemplificadoras, um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308 e o eixo de rotação de sensor 301 são ambos o estado da técnica do servo eixos motorizados de mancal a ar, que permitem esgotamento radial limitado e movimento axial de ambos os eixos'. Em algumas modalidades preferenciais, um sensor de deslocamento 300 e um mandril de elemento óptico de formação 302 podem estar alinhados, sendo que um sensor 300 pode ser centralizado acima de uma esfera central de um mandril de elemento óptico de formação 302 durante uma medição.

25 Em algumas modalidades, por exemplo, um sensor de deslocamento 300 pode ser alinhado manualmente ajustando-se um ou mais de um ajustador x de sensor 303, um ajustador y de sensor 306 e um ajustador z de sensor 307. Conseqüentemente, em algumas modalidades, um ajustador x de sensor 303 pode ajudar no alinhamento de um sensor de deslocamento 300 permitindo movimento de um sensor 300 dentro e fora ao longo de um eixo geométrico x. Em algumas modalidades adicionais, um ajustador y de sensor 306 pode ajudar no alinhamento de um sensor de deslocamento 300 movendo um sensor 300 dentro e fora ao longo de um eixo geométrico y.

Ademais, em algumas modalidades, um ajustador z de sensor 307 pode ajudar no alinhamento de um sensor de deslocamento 300 movendo um sensor 300 para cima e para baixo ao longo de um eixo geométrico z. Adicionalmente, em modalidades preferenciais, um ajustador z de sensor 407 pode  
5 ajudar no movimento de um sensor de deslocamento 300 para um raio de trabalho específico, de preferência, de 30 mm acima de um mandril de elemento óptico de formação 302.

Em algumas outras modalidades, um conjunto de elementos ópticos de formação 304 através do ajuste de uma montagem cinemática 305  
10 pode ser alinhado manualmente ajustando-se um ou ambos dentre um ajustador x de elemento óptico de formação 309 e um ajustador y de elemento óptico de formação 310. Em algumas modalidades, por exemplo, o ajuste de um ou ambos dentre um ajustador x de elemento óptico de formação 309 e um ajustador y de elemento óptico de formação 310 pode retirar a excentricidade de um conjunto de elementos ópticos de formação 304 quando mon-  
15 tado em um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308, sendo que um elemento óptico de formação 302 pode girar em um centro de um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308.

Ademais, em algumas modalidades adicionais, ao realizar medições, um sensor de deslocamento 300 pode ser girado através de um eixo de rotação de sensor 301 até um ponto de aproximadamente 65 graus a partir de uma posição relativa onde um sensor 300 pode ser situado quando posicionado diretamente acima de um mandril de elemento óptico de formação 302. Consequentemente, em algumas modalidades, um ângulo de partida do  
20 sensor de deslocamentos 300 para tomar uma medição pode ser maior ou menor em relação a um ou ambos dentre um tamanho de um diâmetro de superfície e um tamanho de uma porção de superfície. Por exemplo, em algumas modalidades, um ângulo de partida de um sensor de deslocamento 300 pode ser menor para medir uma zona óptica de uma lente em oposição  
25 à medição de toda uma lente, e em oposição à medição de um elemento óptico de formação 302 sem uma lente.

Consequentemente, um eixo de rotação de elemento óptico de

formação 308 pode começar a girar continuamente durante uma medição. Em algumas modalidades, por exemplo, durante uma medição de lente, subsequente a uma rotação completa de um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308, um sensor de deslocamento 300 pode zerar-se em uma porção restante de um elemento óptico de formação 302 fora de uma borda de lente. Em algumas modalidades adicionais, um sensor de deslocamento 300 pode tomar uma medição de ponto de dados em coordenadas radiais esféricas, a cada  $\frac{1}{4}$  de grau de rotação produzida a partir de um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308 coletando através disso um total de 1440 pontos de dados por uma rotação completa de um eixo de rotação 308.

Em algumas modalidades adicionais, a cada  $\theta^\circ$  de rotação de um eixo de rotação de elemento óptico de formação 308, pode haver um valor para  $\theta$  e um valor para cada  $\rho$  ângulo de um eixo de rotação de sensor 301, sendo que um valor de deslocamento pode ser determinado. Em algumas modalidades, por exemplo, valores de Rho podem ser calculados de modo que anéis axiais igualmente incrementados de dados possam ser coletados durante uma medição na qual um anel de dados pode precisar de uma rotação de um conjunto de elementos ópticos de formação 304 seguida de uma rotação subsequente, enquanto um eixo de rotação de sensor 301 simultaneamente se move para uma próxima  $\rho$  posição. Ademais, em alguns aspectos, um eixo de rotação de sensor 301 em conjunto com um sensor de deslocamento 300 pode mover-se para cima para cada  $\rho$  posição, sendo que os pontos de dados podem ser coletados para cada anel axial como, por exemplo, até 140 anéis axiais durante uma medição.

Alternativamente, em alguns aspectos adicionais da presente invenção, referindo-se à Figura 4, um fluxograma ilustra etapas de método que podem ser implantadas para adquirir dados de metrologia e determinar uma espessura axial de uma lente oftálmica não hidratada. Em algumas modalidades, uma lente oftálmica pode ser produzida e precisa ser medida para determinar se uma lente atende às especificações desejadas. Em 400, em algumas modalidades da presente invenção, um aparelho de metrologia po-

de ser alinhado de modo que um sensor de deslocamento possa ser diretamente centralizado acima de um centro de uma esfera de elemento óptico de formação. Em 401, uma medida de referência pode ser realizada a partir de um mandril de elemento óptico de formação sem uma lente na superfície do elemento óptico de formação (M1). Em 402, uma medição pode ser realizada de uma lente formada sobre um mesmo elemento óptico de formação (M2) supracitado em 401, sendo que uma medida de referência de um elemento óptico de formação pode ter sido realizada. Em 403, os dados de metrologia capturados de medições M1 e M2 podem ser convertidos de coordenadas radiais esféricas em coordenadas cartesianas (referindo-se à Fig. 5). Em 404, um valor de espessura axial de lente (M3) pode ser calculado, sendo que um valor M3 pode ser igual a uma diferença de um arquivo de dados de metrologia M1 subtraído de um arquivo de dados de metrologia M2.

Agora, referindo-se à Fig. 5A e 5B, a Fig. 5A ilustra um sensor de deslocamento 500 que realiza uma medição de uma lente 501 sobre um mandril de elemento óptico de formação 502, sendo que os dados de metrologia são representados em coordenadas radiais esféricas. A Fig. 5B ilustra uma vista superior de um mandril de elemento óptico de formação 502, sendo que dados de metrologia são representados em coordenadas radiais esféricas. Em algumas modalidades exemplificadoras, uma conversão de coordenadas radiais esféricas anotadas pode ser convertida em espessura axial em coordenadas cartesianas, como coordenadas X, Y que utilizam um ou mais dentre vários cálculos matemáticos. São representados a seguir alguns cálculos exemplificadores que podem ser usados, nos quais:

$R_i$ =raio polar

$r_s$ = raio de conjunto de elementos ópticos de formação de medição independente

key=valor de leitura de sensor Keyence

Equação 1:

$$\text{Sen}(90-p)=Z/(r_s+key)$$

$$Z=(r_s+key) \text{ sen}(90-p)$$

Para  $\theta$ ,  $Z_i = (r_s + key_i) \sin(90 - \rho_i)$

Equação 2:

$$\cos(90 - \rho_i) = R_i / r_s + key_i$$

5  $R_i = (r_s + key_i) (\cos(90 - \rho_i))$

Equação 3:

$$\cos \theta_i = X_i / R_i$$

$$X_i = (r_s + key_i) (\cos(90 - \rho_i)) (\cos \theta_i)$$

10

Equação 4:

$$\sin \theta_i = Y_i / R_i$$

$$Y_i = (r_s + key_i) (\cos(90 - \rho_i)) (\sin \theta_i)$$

15 Formato Radial:

Três coordenadas:  $\theta$ ,  $\rho$ , e valor de leitura de Keyence + raio de esfera.

Formato Axial:

20 Três coordenadas: X, Y e Z, sendo que Z pode denotar espessura.

Agora, referindo-se à Fig. 6, é ilustrado um controlador 600 que pode ser usado para implementar alguns aspectos da presente invenção. Uma unidade de processador 601, que pode incluir um ou mais processadores, acoplada a um dispositivo de comunicação 602 configurado para se comunicar através de uma rede de comunicação. O dispositivo de comunicação 602 pode ser usado para comunicação, por exemplo, com um ou mais aparelhos controladores ou componentes do equipamento de fabricação.

25

Um processador 601 podem também ser usado em comunicação com um dispositivo de armazenamento 603. Um dispositivo de armazenamento 603 pode compreender qualquer dispositivo de armazenamento de informações adequado, incluindo combinações de dispositivos de armazenamento magnéticos (*por exemplo*, fita magnética e discos rígidos), disposi-

30

tivos de armazenamento óptico, e/ou dispositivos de memória semicondutores, como dispositivos com Memória de Acesso Aleatório (RAM) e dispositivos com Memória Só de Leitura (ROM).

Um dispositivo de armazenamento 603 pode armazenar um programa de software executável 604 para controlar um processador 601. Um processador 601 executa instruções de um programa de software 604 e opera, assim, de acordo com a presente invenção como, por exemplo, as etapas do método anteriormente mencionadas acima. Por exemplo, um processador 601 pode receber informações descritivas de dados de metrologia incluindo uma medida de referência de elemento óptico de formação, uma medição de lente, e similares. Um dispositivo de armazenamento 603 pode também armazenar dados relacionados em uma ou mais bases de dados 605 e 606.

Conclusão:

Embora a invenção tenha sido descrita com referência a certas modalidades, os versados na técnica compreenderão que várias alterações podem ser feitas, e equivalentes podem ser substituídos por elementos dos mesmos, para adaptação a situações particulares sem se afastar do escopo da invenção. Adicionalmente, muitas modificações podem ser efetuadas para adaptar uma situação ou material particular aos ensinamentos da invenção sem se desviar do escopo da mesma.

Portanto, a intenção é que a presente invenção não fique limitada às modalidades específicas apresentadas como o melhor modo contemplado para a realização da mesma, mas sim que a invenção inclua todas as modalidades que se enquadram no escopo e no espírito das reivindicações em anexo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para executar um método para medir um dispositivo não hidratado, sendo que o aparelho compreende:

5 um dispositivo de metrologia capaz de fazer uma medição em resposta a um sinal digital;

um processador de computador em comunicação digital com o dispositivo de metrologia;

10 um dispositivo de armazenamento de mídia digital em comunicação com o processador de computador e armazenamento de código de software executável que é executável sob demanda e operacional com o processador e o dispositivo de metrologia para:

armazenar dados digitais descritivos de um inventário de dados de metrologia, sendo que os ditos dados de metrologia compreendem uma medição;

15 receber uma entrada de dados digitais descritivos de uma ou mais medições de um dispositivo de metrologia; e

calcular um valor de espessura axial de uma lente.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, que compreende, adicionalmente, um dispositivo de comunicação que conecta o processador de computador a uma rede distribuída em que o código de software executável é, adicionalmente, operacional para transmitir dados de metrologia descritivos de um inventário atual no dispositivo de metrologia.

25 3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, em que a dita medição compreende uma ou ambas as medições de um mandril de elemento óptico de formação e uma medição da lente definida por uma coleta de pontos de dados.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 3, em que a coleta dos pontos de dados compreende coordenadas radiais esféricas.

30 5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 4, em que as coordenadas radiais esféricas podem ser convertidas em coordenadas axiais Cartesianas.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, em que o valor de

espessura axial de uma lente compreende a diferença entre ao menos duas medições.

**FIG. 1**

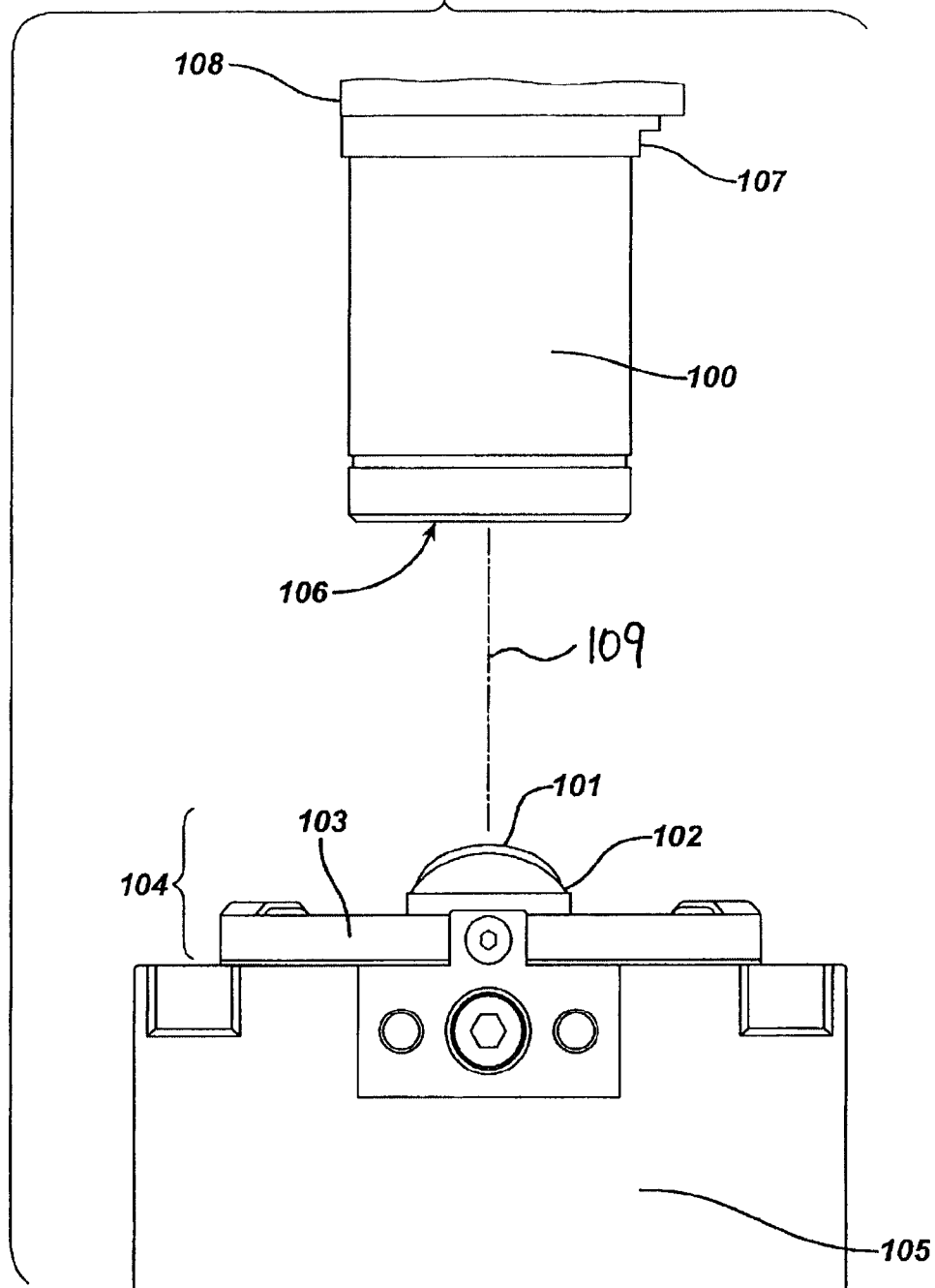
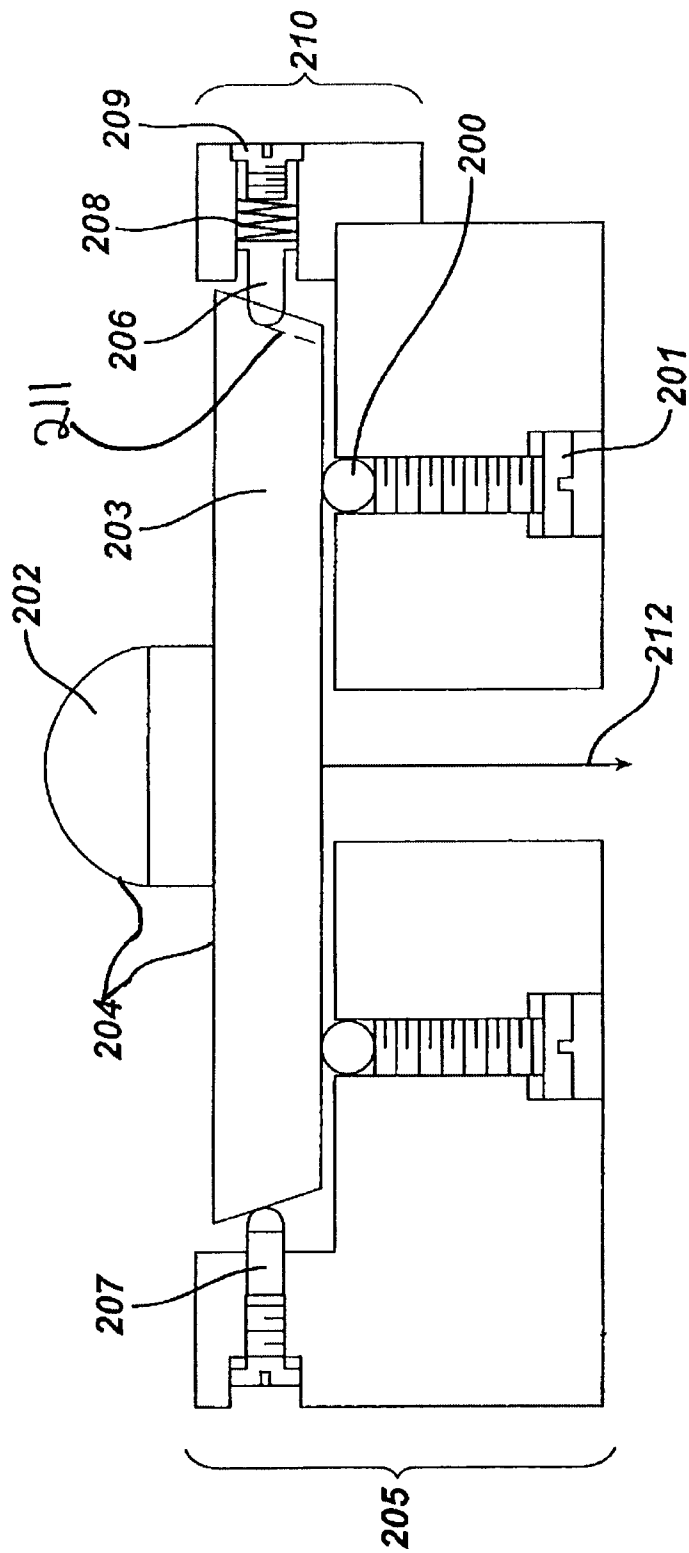


FIG. 2A



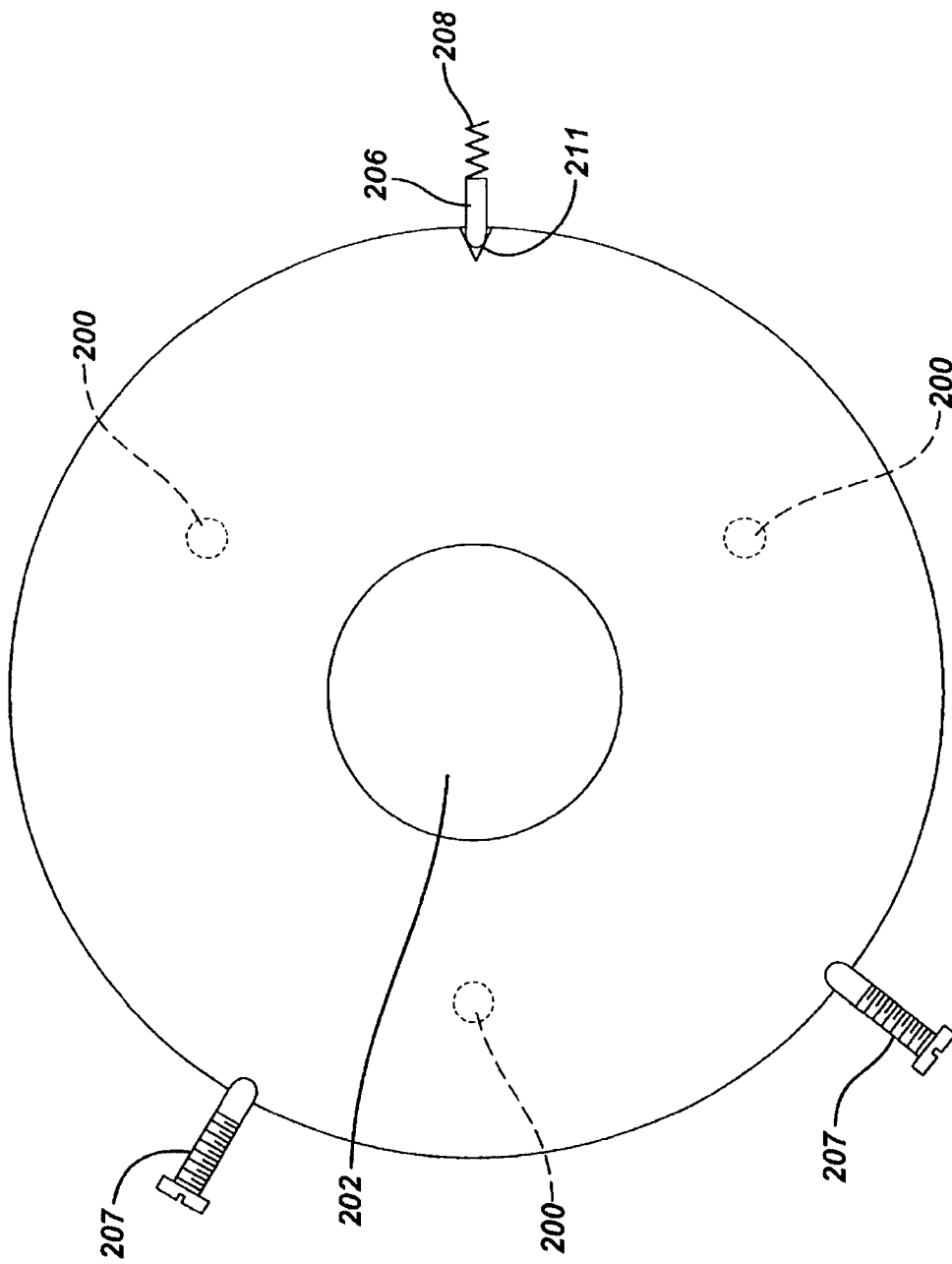
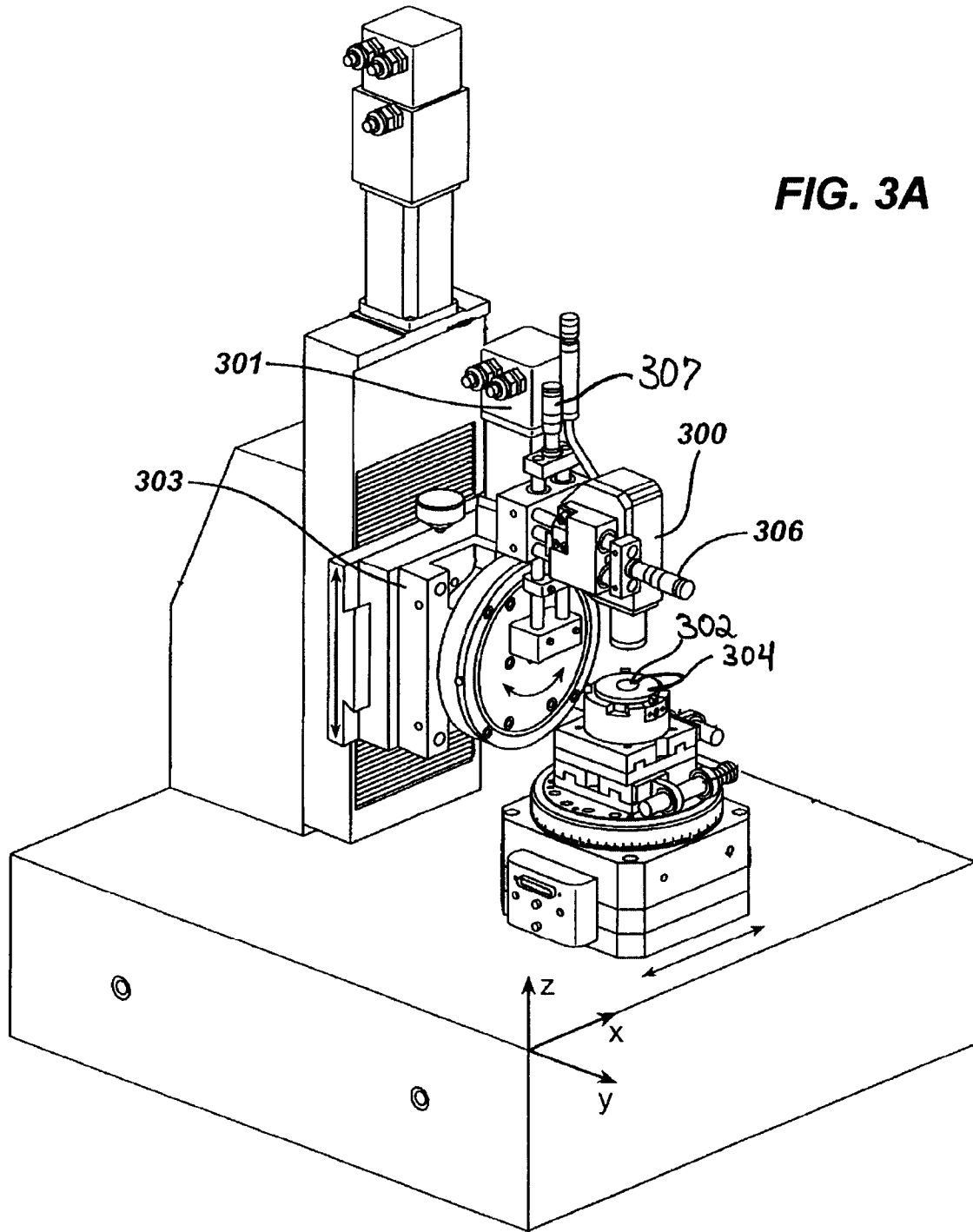
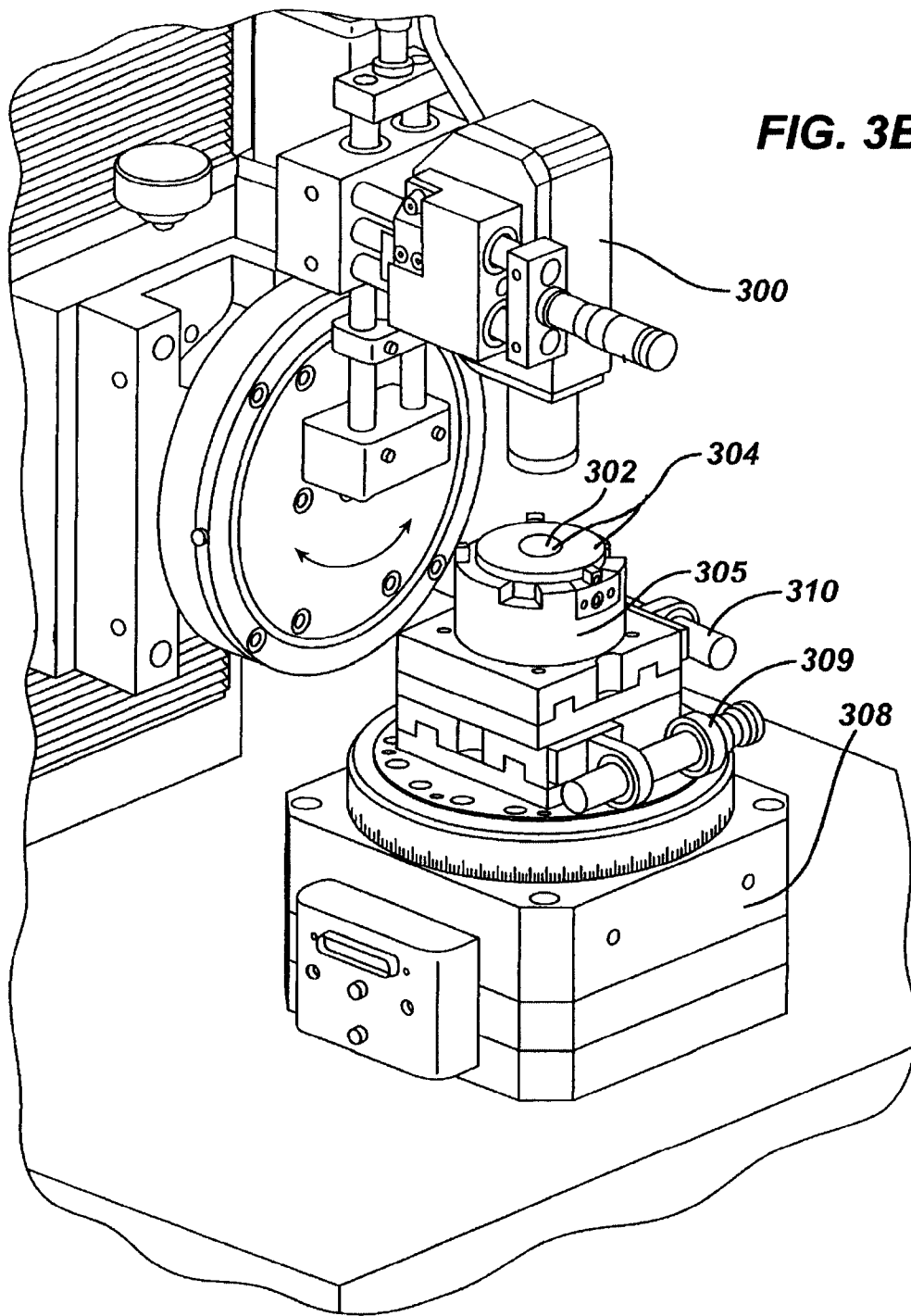
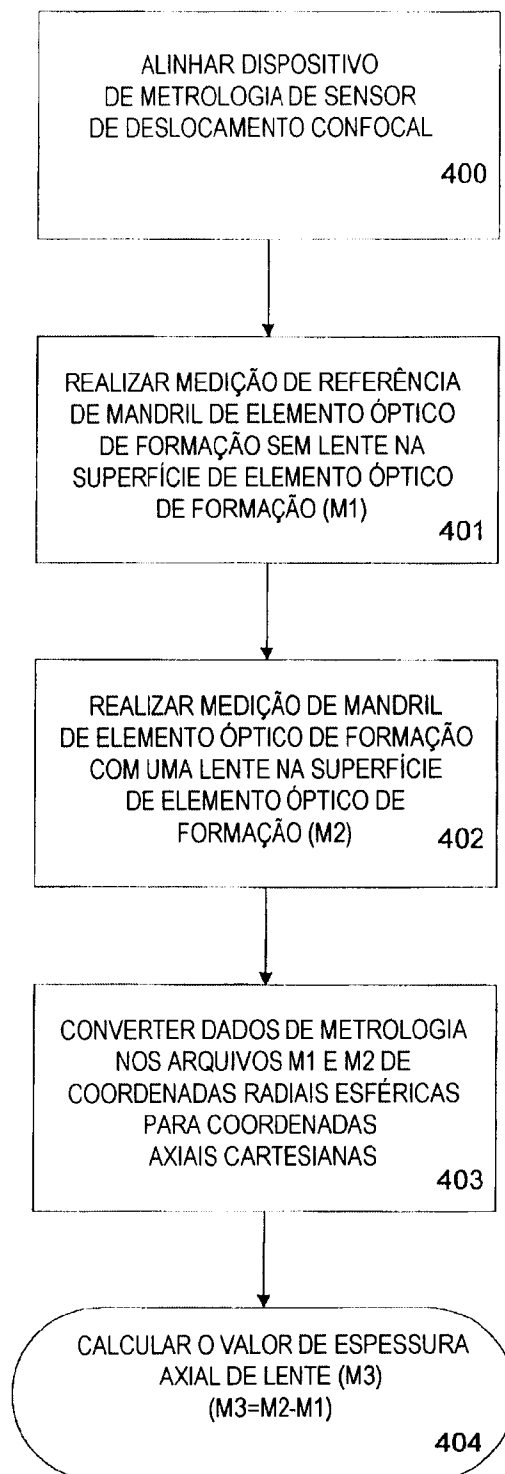


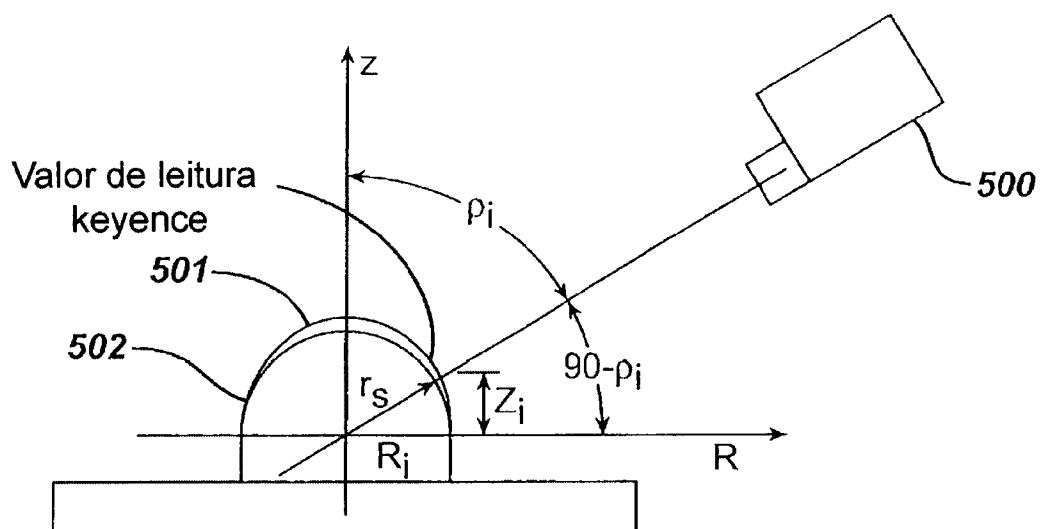
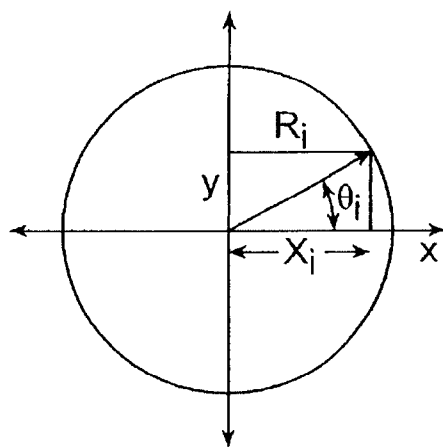
FIG. 2B



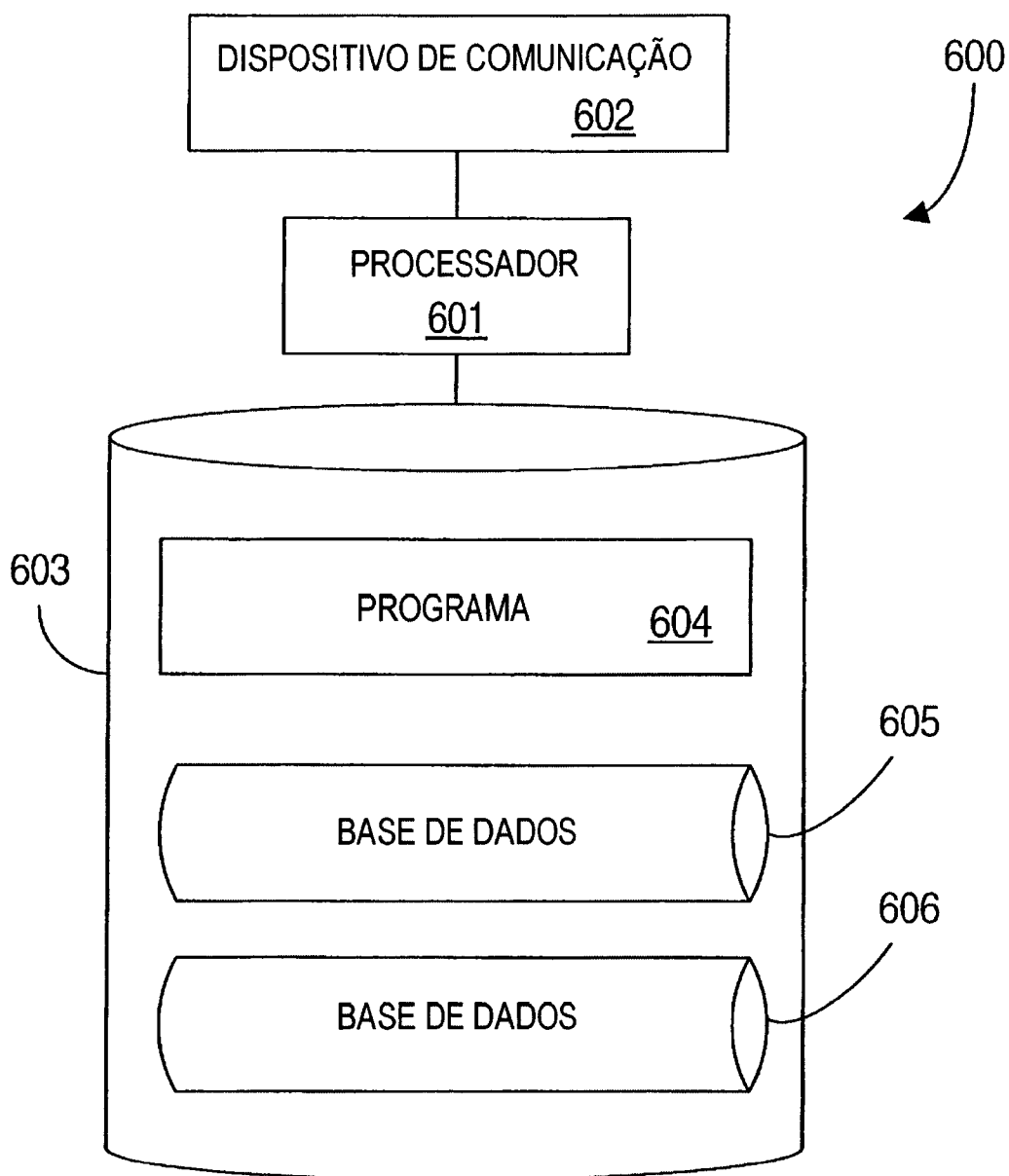
**FIG. 3B**



**FIG. 4**

**FIG. 5A****FIG. 5B**

**FIG. 6**



## RESUMO

Patente de Invenção: "**SISTEMA DE METROLOGIA COM SENSOR CON-  
FOCAL A LASER**".

5 A presente invenção refere-se a um aparelho para um método  
sem contato de obtenção de medições tridimensionais precisas de uma lente  
de contato seca, mais especificamente, com o uso de metrologia de lente  
seca a fim de conhecer uma espessura exata de uma lente de contato.