



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

(21) **PI0618066-3 A2**

(22) Data de Depósito: 31/10/2006
(43) Data da Publicação: 16/08/2011
(RPI 2119)



(51) *Int.Cl.:*
A61B 3/10 2006.01

(54) Título: **DISPOSITIVO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA CÔRNEA E DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE ALVO DEFORMÁVEL**

(30) Prioridade Unionista: 31/10/2005 US 60/731756

(73) Titular(es): CRS & Associates

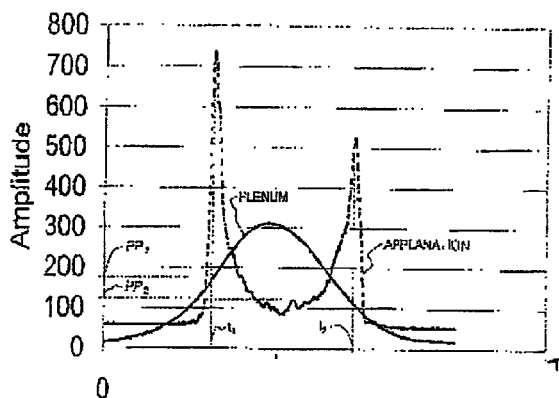
(72) Inventor(es): Cynthia J. Roberts

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2006060381 de 31/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/053826 de 10/05/2007

(57) Resumo: DISPOSITIVO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA CÔRNEA E DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE ALVO DEFORMÁVEL. Modalidades da invenção são em geral direcionadas para aparelho e métodos para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável. Os princípios de medição da invenção podem ser aplicados a uma ampla variedade de materiais orgânicos (por exemplo, tecido de ser humano, animal ou de planta) e inorgânicos com uma superfície que pode ser deformada por uma força aplicada sem contato. A superfície pode ser difusa e não transparente ou não difusa e transparente à luz. Uma modalidade ilustrativa da invenção está direcionada para um dispositivo para medir uma característica de deformação de uma córnea. O dispositivo compreende um topógrafo comeano e um tonômetro sem contato que é operacionalmente integrado com o topógrafo comeano. Em um aspecto, o topógrafo comeano é um topógrafo baseado em rasterestereografia. O uso do dispositivo da invenção habilita um método para medir uma característica de deformação da córnea. Além das características de deformação mensuráveis supralistadas, potência dióptrica, pressão intraocular, histerese comeana, elasticidade comeana, viscosidade comeana e várias características da topografia comeana conhecidas podem ser medidas.



“DISPOSITIVO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA CÓRNEA E DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE ALVO DEFORMÁVEL”

5 **REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS**

Este pedido reivindica prioridade para o pedido provisório U.S. número de série 60/731.756, depositado em 31 de outubro de 2005.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

10 Modalidades da invenção em geral dizem respeito a métodos e aparelho para medir características de um objeto deformável pelas mudanças na superfície do objeto durante um intervalo de deformação. Mais particularmente, modalidades da invenção dizem respeito à medição de características físicas e biomecânicas de uma córnea viva.

15 2. Descrição da Tecnologia Relacionada

A medição das características superficiais de um objeto pode revelar muita informação a respeito das propriedades físicas e mecânicas do objeto. Se a superfície do objeto for deformável em resposta a uma força aplicada, medição das mudanças nas características da superfície podem
20 fornecer informação útil adicional. Existem inúmeros objetos orgânicos e inorgânicos que têm superfícies deformáveis cuja medição pode ser de interesse em vários campos. Um objeto exemplar particularmente interessante é a córnea de um olho humano. O amplo interesse no entendimento das características físicas, biomecânicas, óticas e todas outras características do
25 olho é obviamente motivado. Com os anos, diferentes teorias têm sido apresentadas a respeito das propriedades estruturais e dinâmicas do olho, particularmente a córnea. Teorias mais antigas de modelagem da córnea como uma estrutura sólida têm mais recentemente aberto caminho para o entendimento da córnea como uma estrutura biodinamicamente responsiva em

camadas que até hoje não foi completamente entendida.

O maior entendimento da estrutura da córnea e sua interação com outros componentes do olho tem sido alcançado pela medição de várias características topográficas da córnea. Essas características topográficas incluem curvatura corneana e elevação superficial com relação a uma superfície de referência, bem como outras conhecidas na tecnologia. Dispositivos de medição da topografia corneana são alternativamente referidos como topógrafos, ceratógrafos ou ceratômetros (um topógrafo é um termo genérico que refere-se a um aparelho para medir as características topográficas de uma superfície de um objeto, ao passo que ceratógrafo e ceratômetro referem-se mais especificamente a medições da córnea). Diferentes dispositivos usam diferentes princípios de medição para determinar várias características topográficas da córnea. Por exemplo, alguns dispositivos usam análise de imagem refletiva baseada em Placido. Dispositivos baseados em Placido podem medir parâmetros de curvatura da córnea, mas tipicamente não têm a capacidade de medir diretamente elevação superficial. O analisador de segmento anterior Orbscan® (Bausch & Lomb Incorporated) é um dispositivo de medição de característica de topografia que utiliza uma fenda ótica de varredura. O suporte lógico do dispositivo permite medição direta da elevação superficial e espessura corneana, bem como curvatura superficial. Um outro dispositivo comercial desenvolvido pela Par Technology Corporation é conhecido como PAR CTS™ Corneal Topography System (PAR). O sistema de formação de imagem PAR utiliza um método fotográfico de rasterização. O sistema de formação de imagem CTS PAR projeta uma geometria de grade conhecida na superfície corneana anterior que é vista por uma câmara a partir de um eixo deslocado. Outras técnicas de medição de características topográficas incluem microscopia, tomografia de coerência ótica, ultra-som, interferometria ótica e outras, todas as quais são bem conhecidas na tecnologia.

Embora a medição de várias características topográficas da córnea forneça uma diversidade de informações a respeito da visão e dos efeitos da forma corneana no desempenho visual, a topografia corneana em si não pode revelar as propriedades físicas e biomecânicas da córnea necessárias para um entendimento completo de sua estrutura e função. A fim de entender melhor as propriedades biomecânicas e biodinâmicas da córnea, é necessário conhecer alguma coisa a respeito das propriedades elásticas e viscoelásticas da córnea. Uma técnica usada para explorar essas propriedades é deformar a córnea com uma força conhecida e medir a resposta da córnea à força. Um aparelho ilustrativo deste tipo é conhecido na tecnologia como um tonômetro. Tonômetros para medir pressão intraocular (IOP) foram originalmente desenvolvidos como instrumentos tipo contato, significando que uma parte do instrumento entra em contato com a córnea durante o procedimento de medição. Um instrumento bem conhecido deste tipo é o tonômetro de aplanação de Goldmann (GAT) originalmente desenvolvido nos anos cinquenta. O GAT mede a força necessária para desempenar ("aplanar") uma área conhecida da córnea, e é usado hoje em dia como um padrão contra o qual outros tipos de tonômetros são comparados para avaliar a precisão da medição.

O desconforto do paciente causado pelos tonômetros de contato tal como o GAT leva ao desenvolvimento de tonômetros "sem contato", que operam direcionando um pulso de ar gerado por um mecanismo de bomba através de um tubo de descarga apontado para a córnea para causar aplanação. À medida que a córnea se deforma pelo pulso de fluido, um sistema optoeletrônico monitora a córnea, detectando-se luz refletida na córnea por um feixe incidente obliquamente na córnea. Um sinal do detector de pico ocorre no momento da aplanação quando a superfície refletora da córnea está plana. Durante uma medição IOP sem contato, a córnea é realmente deformada de seu estado convexo original através de um primeiro

estado de aplanção para um estado ligeiramente côncavo e retornam naturalmente da concavidade através de um segundo estado de aplanção para a convexidade à medida que o pulso de ar diminui.

Um método para medir IOP e um tonômetro sem contato são
5 revelados nas patentes U.S. 6.419.631 e 6.875.175, cujas revelações estão por meio desta incorporadas pela referência nas suas íntegras nas suas abrangências máximas permitidas pelas leis e regras aplicáveis. Esta tecnologia é comercialmente conhecida como Reichert (Depew, Nova Iorque) Ocular Response Analyser™. De acordo com a informação postada acessível
10 no endereço <http://ocularesponse.reichertoi.com>, o Reichert Ocular Response Analyser utiliza um processo de aplanção bidirecional dinâmica para medir uma propriedade do tecido da córnea denominada histerese corneana. O termo histerese corneana refere-se à diferença nos valores de pressão do pulso de ar no ponto de aplanção móvel para dentro durante um intervalo de medição
15 (movimento para dentro refere-se a uma forma corneana convexa inicial que move-se para uma condição plana, ao passo que ponto de aplanção para fora refere-se à superfície corneana côncava de pulso de ar posterior que move-se em direção ao ponto de aplanção no seu retorno para uma forma superficial convexa normal). Uma vez que histerese corneana parece ser uma medição
20 repetitiva, ela pode fornecer uma métrica que é usada para identificar e categorizar várias condições da córnea. Por exemplo, considera-se que medição de histerese corneana ajude na identificação e classificação de condições tais como ectasia corneana e distrofia de Fuch, e como auxiliar no diagnóstico e gerenciamento de glaucoma. Diferenças nas medições de
25 histerese para diferentes condições corneanas podem dar mais informação a respeito das propriedades biomecânicas e biodinâmicas da córnea. Em virtude de a medição de histerese corneana ser creditada pela apresentação de uma completa caracterização do estado biomecânico da córnea, acredita-se que tenha uso potencial adicional na seleção de candidatos a cirurgia refrativa,

bem como na previsão e controle de resultados cirúrgicos. O leitor interessado é direcionado para o endereço da rede supramencionado para informação adicional fornecida pelo fabricante.

Em vista das técnicas, capacidades e aparelho supradescritos para medir parâmetros corneanos tais como características topográficas e histerese, por exemplo, o inventor percebeu que benefícios adicionais poderiam ser obtidos por uma combinação das técnicas e integração dos diferentes aparelhos. O inventor percebeu adicionalmente a necessidade de métodos e aparelhos inéditos e melhorados que pudessem de maneira mais eficiente medir propriedades da córnea, resultando em um melhor entendimento da biomecânica e biodinâmica corneana.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Modalidades da invenção são em geral direcionadas para aparelhos e métodos para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável. Deve-se entender que os princípios de medição da invenção podem ser aplicados a uma ampla variedade de materiais orgânicos (por exemplo, tecido de ser humano, animal ou de planta) e inorgânicos que tenham uma superfície que pode ser deformada por uma força aplicada sem contato. A superfície pode ser difusa e não transparente ou não difusa e transparente à luz. O aparelho adequado para medir as características da topografia superficial de uma superfície alvo deformável durante um intervalo de deformação, que incorpora um componente que pode suprir uma força sem contato que deforma a superfície alvo no intervalo de deformação, são considerados de acordo com o escopo da invenção reivindicada. Como tal, uma modalidade da invenção está direcionada para um dispositivo para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável que inclui um topógrafo e um deformador de superfície alvo sem contato que é operacionalmente integrado com o topógrafo e que fica localizado ao longo de um primeiro eixo operacional do dispositivo. De acordo com um aspecto, o

topógrafo inclui uma câmera de alta velocidade localizada ao longo de um segundo eixo operacional do dispositivo. Uma câmera ou detector adequado é necessário para capturar imagens sequenciais ou imagens paradas de eventos de deformação específicos durante o intervalo de deformação. O dispositivo também inclui um sistema ótico incluindo um objeto de grade e uma fonte de luz para projetar uma imagem de grade, alinhada com um terceiro eixo operacional do dispositivo. Em um aspecto particular, pelo menos um do segundo e terceiro eixos é deslocado do primeiro eixo. Mais particularmente, todos os eixos são direcionalmente independentes.

Em um aspecto relacionado no qual o objeto alvo é uma córnea viva de um olho, o topógrafo vantajosamente é um topógrafo baseado em videoceratografia assistida por computador (aqui referido como um topógrafo corneano). Em um aspecto particular, o topógrafo corneano é um dispositivo de formação de imagem CTS PAR modificado. De acordo com um aspecto, o deformador da superfície alvo sem contato é um aparelho a base de pulso de pressão de ar. Em um aspecto particular, o deformador de superfície alvo sem contato é um tonômetro sem contato.

De acordo com uma modalidade do método relacionado para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável, é provido um dispositivo incluindo um topógrafo para fazer uma medição de característica topográfica da superfície alvo e um aparelho componente que produz uma força sem contato. A superfície alvo a ser medida é devidamente posicionada com relação ao dispositivo. A superfície alvo é submetida à força e apresenta uma deformação responsiva em um intervalo de deformação. Uma pluralidade de medições de características topográfica é feita durante o intervalo de deformação. Medições de características topográficas exemplares podem incluir, mas sem limitações, curvatura superficial, elevação superficial, reentrância superficial, simetria de deformação superficial, forma da deformação superficial, área da deformação superficial, histerese da

deformação superficial e elasticidade, viscosidade e pressão.

Uma modalidade ilustrativa e particularmente vantajosa da invenção está voltada para um dispositivo para medir uma característica de deformação de uma córnea. O dispositivo compreende um topógrafo corneano e um tonômetro sem contato que é operacionalmente integrado com o topógrafo corneano. Em um aspecto particularmente vantajoso, o topógrafo corneano é um topógrafo a base de rasterestereografia. Mais particularmente, o topógrafo corneano é um dispositivo de formação de imagem CTS PAR modificado.

O uso do dispositivo supramencionado habilita um método para medir uma característica de deformação da córnea. Além das características de deformação mensuráveis supralistadas, potência dióptrica, pressão intraocular, histerese corneana, elasticidade corneana, viscosidade corneana e várias características topográficas corneanas podem ser medidas.

Recursos e vantagens adicionais da invenção serão apresentados na descrição detalhada seguinte, e em parte ficarão facilmente aparentes aos versados na técnica a partir dessa descrição ou serão reconhecidas pela prática da invenção aqui descrita, incluindo as reivindicações, bem como os desenhos anexos.

Deve-se entender que tanto a descrição geral apresentada quanto a descrição detalhada seguinte são meramente exemplares da invenção, e têm o objetivo de fornecer uma revisão ou um sistema de referência para o entendimento da natureza e caráter da invenção na forma reivindicada. Os desenhos anexos são incluídos para dar um entendimento adicional da invenção, e estão incorporados e constituem uma parte desta especificação. Os desenhos ilustram várias modalidades da invenção e, juntamente com a descrição, sevem para explicar os princípios e operação da invenção.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista plana esquemática de um dispositivo de acordo com uma modalidade da invenção;

5 A figura 2A é um diagrama de força esquemático de uma córnea em um primeiro momento da aplanção;

A figura 2B é um diagrama de força esquemático de uma córnea em um segundo momento da aplanção;

10 A figura 3 é um gráfico que mostra a detecção de aplanção e sinais de pressão no espaço de pressão para uma medição de característica de deformação de acordo com uma modalidade da invenção;

A figura 4 é uma vista de topo de uma grade CTS PAR projetada em uma córnea simulada antes de deformação por impulso de ar da superfície corneana;

15 A figura 5 é uma vista de topo de uma grade CTS PAR em uma córnea simulada depois de uma deformação por impulso de ar da superfície corneana;

A figura 6 é uma vista lateral esquemática da reentrância corneana correspondente à deformação mostrada na figura 5; e

20 A figura 7 é uma vista lateral esquemática da reentrância corneana mostrando uma reentrância corneana mais profunda e mais estreita do que a mostrada na figura 6.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADES DA INVENÇÃO

25 Uma modalidade da invenção está no geral voltada para um dispositivo para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável. Uma modalidade exemplar da invenção está voltada para um dispositivo 10, mostrado na figura 1, para medir uma característica de deformação de uma córnea viva. Sempre que possível, números de referência iguais serão usados em todos os desenhos para referir-se a partes iguais ou semelhantes. O dispositivo 10 inclui um topógrafo corneano 20 e um

tonômetro sem contato 30 que são componentes operacional e fisicamente integrados do dispositivo.

O topógrafo corneano 20 do dispositivo mostrado na figura 1 é um topógrafo baseado em rasterestereografia que é modelado depois de um sistema de topografia corneana CTS PAR. Um sistema como este está revelado nas patentes U.S. 4.995.716 e 5.159.361, cujas revelações estão aqui incorporadas pela referência tanto quanto possível como se estivessem apresentadas nas suas íntegras. O topógrafo corneano 20 inclui uma câmera/detector de alta velocidade 32 localizado ao longo de um segundo eixo operacional 76 do dispositivo 10 e um sistema ótico 42, incluindo um objeto de grade 44 e uma fonte de luz 45, para projetar uma imagem de grade, alinhada ao longo de um terceiro eixo operacional 78 do dispositivo 10. O objeto alvo, neste caso a córnea 87 de um olho 88, fica localizado ao longo de um eixo do dispositivo central 82 em um plano de medição ilustrado pela linha pontilhada 98. Várias lentes e filtros que são componentes do topógrafo corneano CTS PAR 20 não estão mostrados.

O dispositivo exemplar 10 também inclui um tonômetro sem contato 52 localizado ao longo de um primeiro eixo operacional 72. O eixo 72 e o eixo 82 são coplanares. O segundo e terceiro eixos operacionais 76, 78 são assim deslocados. Em um aspecto ilustrativo, tonômetro sem contato 52 é um Analisador de Resposta Ocular Reichert, cuja descrição está apresentada nas patentes U.S. supramencionadas 6.419.631 e 6.875.175. Uma vez que a córnea esteja devidamente posicionada no plano de medição 98, a medição começa com a geração de um pulso de ar medido direcionado para a córnea. A energia de impulso transferida para a córnea pelo pulso de ar deforma reversivelmente a córnea de seu estado original de convexidade através de um primeiro estado de aplanção, P1, para um estado de concavidade. À medida que o pulso de ar diminui, ou é controlavelmente reduzido pela desenergização do solenóide da bomba, a córnea retorna da concavidade

através de um segundo estado de aplanção, P2, para seu estado original de convexidade. Esta deformação ocorre em um intervalo de deformação T referenciado na figura 3. As figuras 2A e 2B são diagramas simplificados mostrando as forças que agem em uma córnea C no momento (t1) da primeira
5 aplanção (figura 2A) e segunda (t2) aplanção (figura 2B) durante o intervalo de medição, ignorando ainda os efeitos dinâmicos. Nas figuras, F1 representa a força direcionada para dentro de um pulso de ar incidente, F2 representa a força necessária para dobrar o próprio tecido corneano, e F3 representa a força direcionada para fora atribuída a uma pressão intraocular.

10 Com base nos princípios operacionais do Analisador de Resposta Ocular o topógrafo corneano 20 pode ser convenientemente disparado do evento P1 em um tempo t1, evento P2 no tempo t2, em pontos de disparo de pressão de pico do espaço de pressão e/ou em qualquer ponto de disparo predeterminado no intervalo de deformação T para obter uma
15 pluralidade de medições de características de deformação.

De acordo com uma modalidade de aparelho exemplar, o uso do sistema CTS PAR modificado para incorporar uma câmera/detector de alta velocidade como o topógrafo corneano 20 no dispositivo 10 é vantajoso em virtude dos eixos deslocados 76, 78 da câmera 32 e do sistema ótico 42
20 fornecerem uma localização centralizada do tonômetro 52. Embora um topógrafo baseado em Placido não possa permitir que o tonômetro seja localizado centralmente, outros aparelhos de medição de características topográficas podem fornecer um arranjo físico adequado para ser usado no dispositivo 10.

25 As figuras 4 e 5 mostram imagens de grade CTS PAR antes e depois, respectivamente, de uma deformação por impulso de ar de uma superfície corneana. A figura 6 ilustra uma reentrância corneana larga e rasa correspondente à da figura 5. Para ilustração comparativa, a figura 7 mostra uma reentrância corneana mais estreita e mais profunda do que a mostrada na

figura 6. As figuras ilustram que córneas mais macias ou mais rígidas podem responder diferentemente a uma força de deformação aplicada.

5 Várias características de deformação podem ser medidas com a modalidade de dispositivo supradescrita. Por exemplo, a magnitude, a simetria ou assimetria, a forma e a área da deformação superficial poderiam ser medidas durante o intervalo de deformação, bem como a profundidade de aplanação, curvatura corneana, elevação, histerese, elasticidade e viscosidade corneana, e IOP.

10 Fica aparente aos versados na técnica que várias modificações e variações podem ser feitas na presente invenção sem fugir do espírito e escopo da invenção. Assim, pretende-se que a presente invenção cubra as modificações e variações desta invenção desde que elas se enquadrem no escopo das reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para medir uma característica de deformação de uma córnea, caracterizado pelo fato de que compreende:

um topógrafo corneano; e

5 um tonômetro sem contato operacionalmente integrado com o topógrafo corneano.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o topógrafo corneano inclui uma câmera de alta velocidade localizada ao longo do eixo operacional do dispositivo.

10 3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o tonômetro sem contato é um tonômetro baseado em impulso de ar.

4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o tonômetro fornece um pulso de ar colimado medido.

15 5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o tonômetro fica localizado ao longo de um primeiro eixo operacional do dispositivo, adicionalmente em que o topógrafo corneano inclui uma câmera de alta velocidade localizada ao longo de um segundo eixo operacional do dispositivo e um sistema ótico incluindo um objeto de grade e
20 uma fonte de luz para projetar uma imagem de grade, alinhada ao longo de um terceiro eixo operacional do dispositivo, adicionalmente em que todos os eixos são direcionalmente independentes.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o primeiro eixo operacional é intermediário ao segundo e
25 terceiro eixos operacionais.

7. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o primeiro eixo operacional é um eixo operacional central do dispositivo.

8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que o topógrafo corneano é um topógrafo baseado em rasterestereografia.

5 9. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o topógrafo corneano é um dispositivo de formação de imagem CTS PAR

10. Dispositivo para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável, caracterizado pelo fato de que compreende:

um topógrafo; e

10 um deformador da superfície alvo sem contato operacionalmente integrado com o topógrafo, localizado ao longo de um primeiro eixo operacional do dispositivo.

15 11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o topógrafo é um topógrafo baseado em videoceratografia assistida por computador.

12. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o topógrafo é um dispositivo de formação de imagem de raio apical posterior (PAR).

20 13. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o topógrafo inclui uma câmera/detector de alta velocidade localizado ao longo de um segundo eixo operacional do dispositivo e um sistema ótico incluindo um objeto de grade e uma fonte de luz para projetar uma imagem de grade, alinhada ao longo de um terceiro eixo operacional do dispositivo, adicionalmente em que pelo menos um do
25 segundo e terceiro eixos é deslocado do primeiro eixo.

14. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que todos os eixos são direcionalmente independentes.

15. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10,

caracterizado pelo fato de que o deformador da superfície alvo sem contato é um aparelho baseado em pulso por pressão de ar.

5 16. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o deformador da superfície alvo sem contato é um tonômetro sem contato.

17. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o primeiro eixo operacional do dispositivo é um eixo operacional central do dispositivo.

10 18. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o topógrafo é adaptado para medir dados de elevação da superfície alvo.

19. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a superfície alvo é difusa e não transparente à luz.

15 20. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a superfície alvo é não difusa e transparente à luz.

21. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que a superfície alvo é uma córnea.

20 22. Método para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável, caracterizado pelo fato de que compreende:

prover um dispositivo incluindo um topógrafo para fazer uma medição de característica topográfica da superfície alvo;

25 posicionar a superfície alvo em uma posição de medição adequada;

prover um aparelho de força de deformação da superfície alvo sem contato operacionalmente integrado com o dispositivo que é capaz de deformar a superfície alvo, e deformar a superfície alvo durante um intervalo de deformação; e

fazer uma pluralidade de medições de características topográficas durante o intervalo de deformação.

5 23. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende prover uma força de deformação superficial simétrica.

24. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende prover um pulso de pressão de ar como a força de deformação superficial.

10 25. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que fazer uma pluralidade de medições de características topográficas durante o intervalo de deformação compreende disparar o topógrafo em um momento selecionado ou por um evento selecionado durante o intervalo de deformação.

15 26. Método, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que o tempo ou evento selecionado inclui pelo menos um de um estado de convexidade corneana, um primeiro estado de aplanção, um estado de concavidade corneana e um segundo estado de aplanção.

20 27. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a característica de deformação medida da superfície alvo deformável é uma magnitude da reentrância superficial durante o intervalo de deformação.

25 28. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a característica de deformação medida da superfície alvo deformável é uma medida da simetria ou assimetria da superfície alvo durante o intervalo de deformação.

29. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a característica de deformação medida da superfície alvo deformável é uma medida da forma da reentrância superficial durante o intervalo de deformação.

30. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a característica de deformação medida da superfície alvo deformável é uma medida da área da reentrância superficial durante o intervalo de deformação.

5 31. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a característica de deformação medida da superfície alvo deformável é uma medida de histerese.

32. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a superfície alvo deformável é uma córnea.

10 33. Método, de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de que a característica de deformação medida da córnea é uma medida de pressão intraocular (IOP).

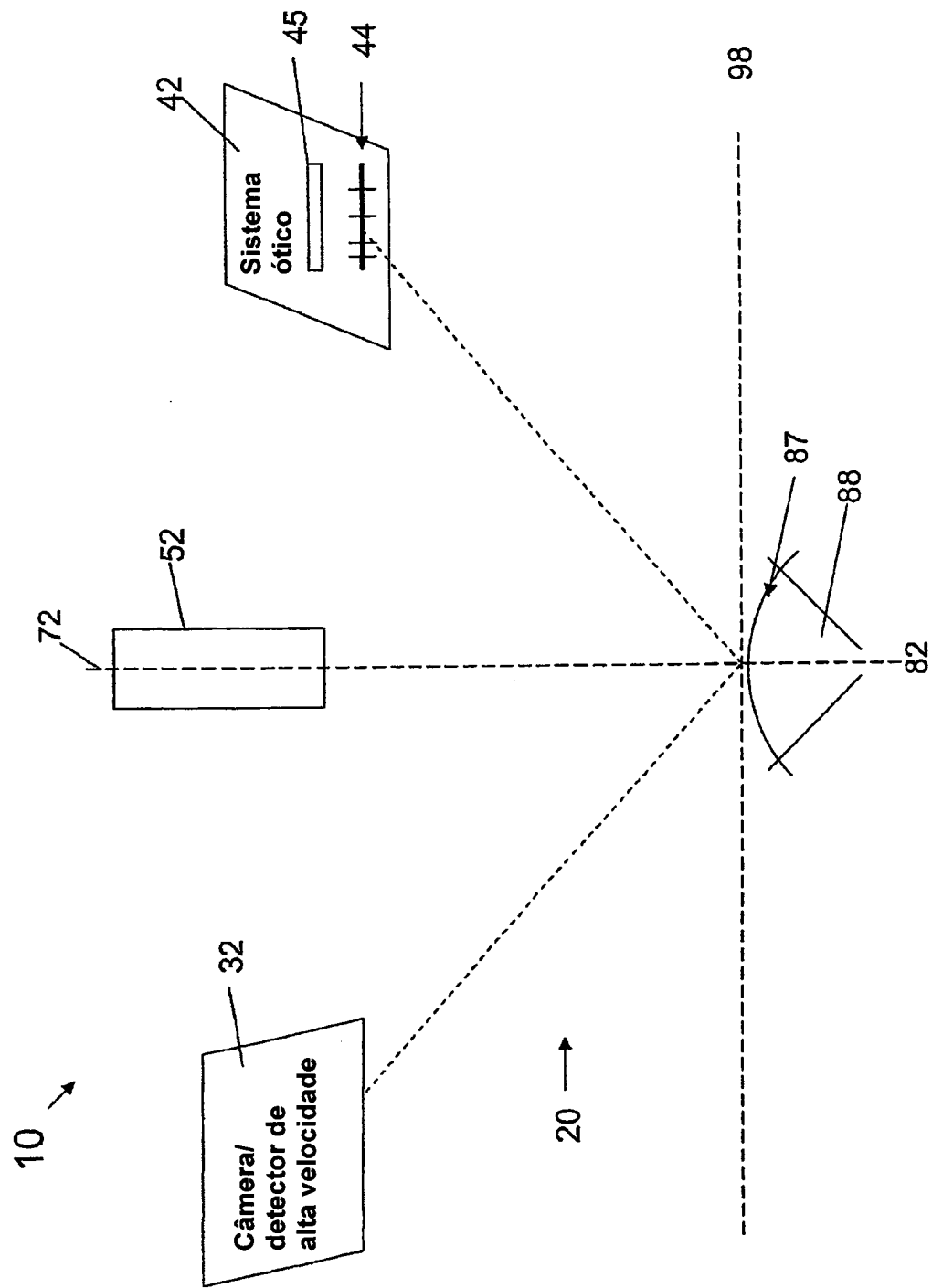


FIG. 1

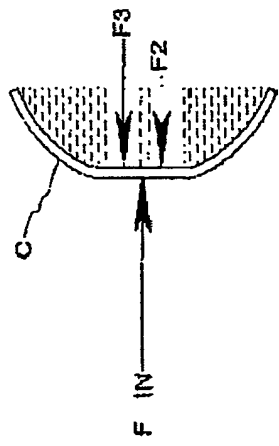


FIG. 2A

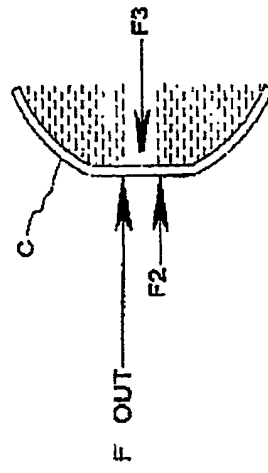
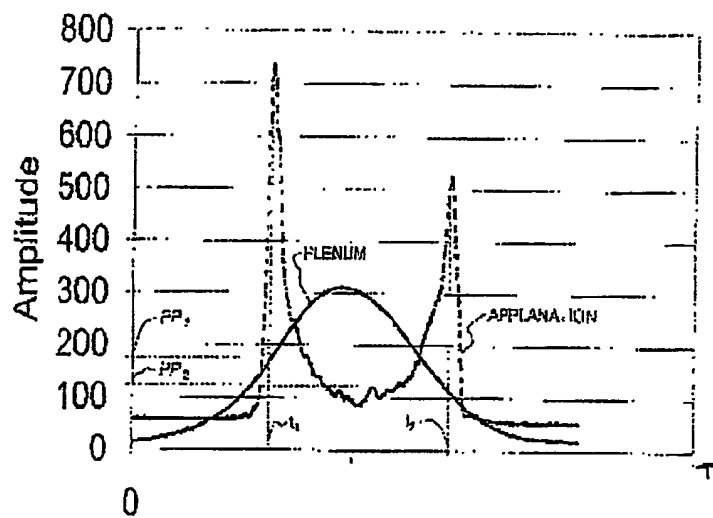


FIG. 2B

FIG. 3



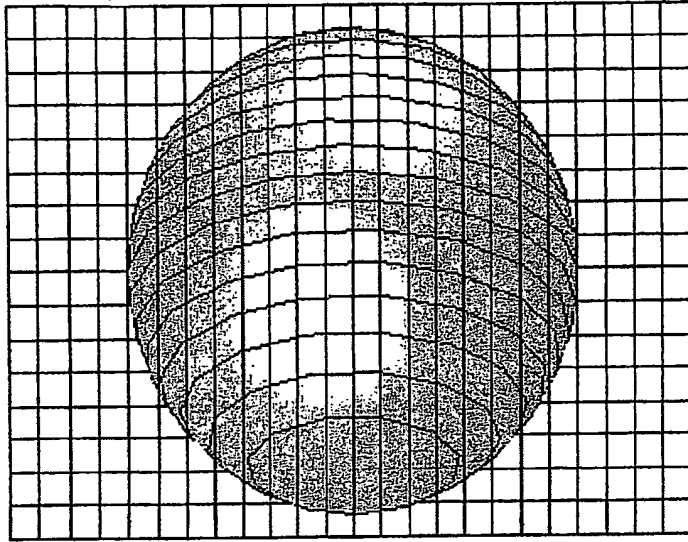


FIG. 4

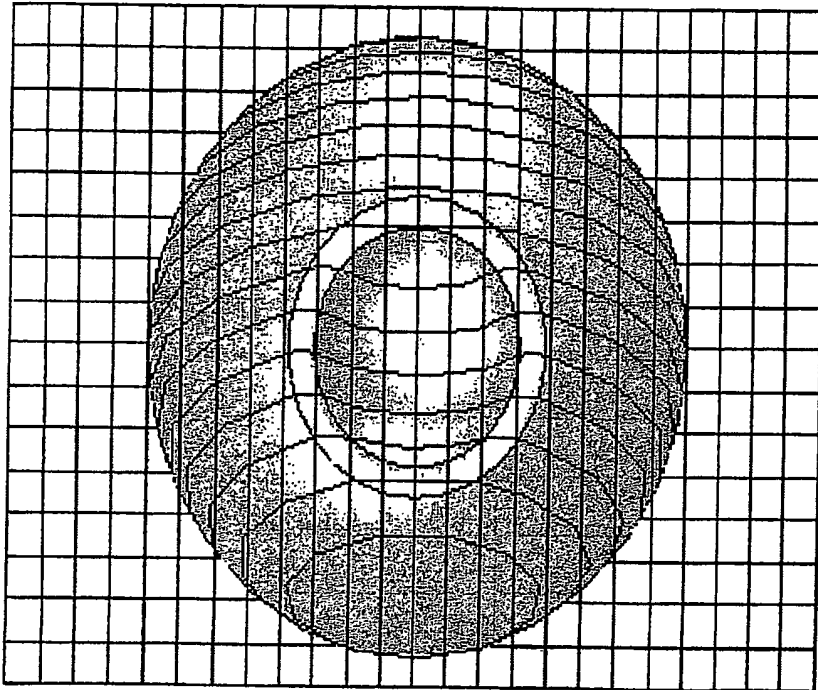


FIG. 5

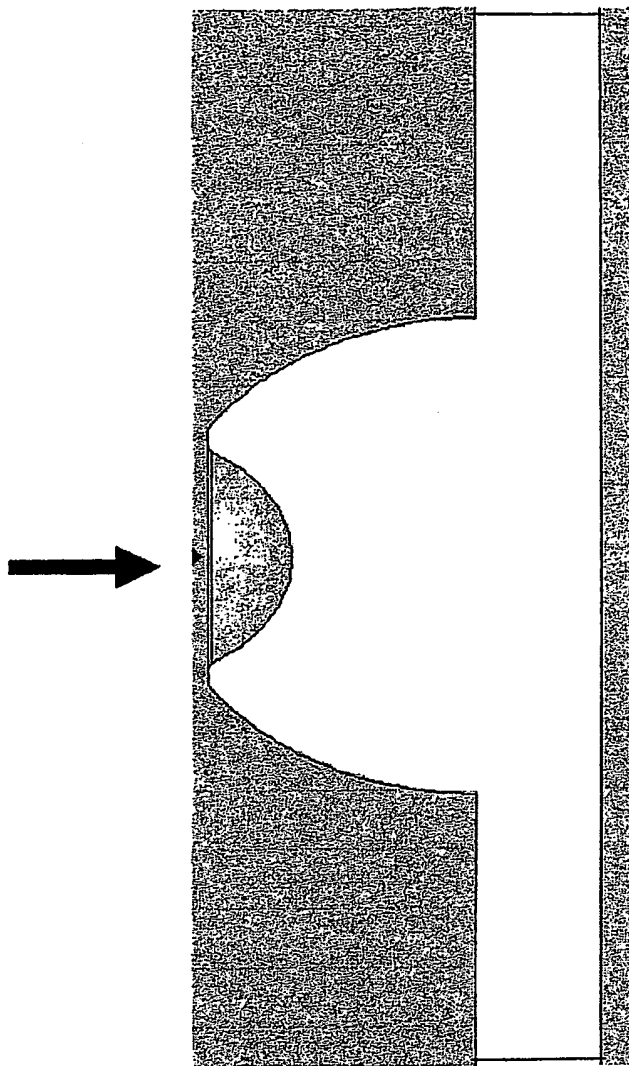


FIG. 6

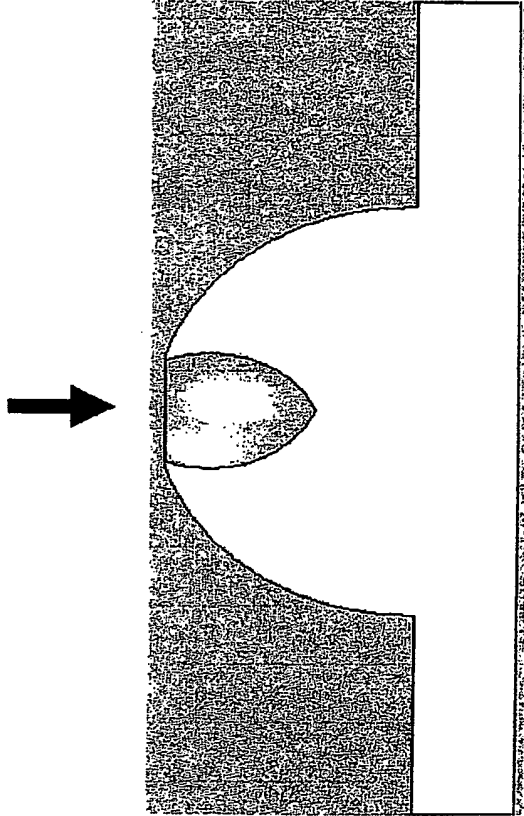


FIG. 7

RESUMO

“DISPOSITIVO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA CÓRNEA E DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIR UMA CARACTERÍSTICA DE DEFORMAÇÃO DE UMA
5 SUPERFÍCIE ALVO DEFORMÁVEL”

Modalidades da invenção são em geral direcionadas para aparelho e métodos para medir uma característica de deformação de uma superfície alvo deformável. Os princípios de medição da invenção podem ser aplicados a uma ampla variedade de materiais orgânicos (por exemplo, tecido
10 de ser humano, animal ou de planta) e inorgânicos com uma superfície que pode ser deformada por uma força aplicada sem contato. A superfície pode ser difusa e não transparente ou não difusa e transparente à luz. Uma modalidade ilustrativa da invenção está direcionada para um dispositivo para medir uma característica de deformação de uma córnea. O dispositivo
15 compreende um topógrafo corneano e um tonômetro sem contato que é operacionalmente integrado com o topógrafo corneano. Em um aspecto, o topógrafo corneano é um topógrafo baseado em rasterestereografia. O uso do dispositivo da invenção habilita um método para medir uma característica de deformação da córnea. Além das características de deformação mensuráveis
20 supralistadas, potência dióptrica, pressão intraocular, histerese corneana, elasticidade corneana, viscosidade corneana e várias características da topografia corneana conhecidas podem ser medidas.