

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

(21) **PI0017507-2 A2**

(62) Data de Depósito do Pedido Original:  
PI0017507 - 30/06/2000

(22) Data de Depósito: 30/06/2000

(43) **Data da Publicação: 20/04/2010**  
(RPI 2050)



(51) **Int.Cl.:**

G02C 7/02 (2010.01)

Notificação de Depósito de Pedido Dividido:  
RPI 2050 de 20/04/2010

(54) **Título: LENTE OCULAR ELETRO-ATIVA**

(30) **Prioridade Unionista:** 23/06/2000 US 09/602.013,  
02/07/1999 US 60/142.053, 14/07/1999 US 60/143.626, 10/08/1999  
US 60/147.813, 25/08/1999 US 60/150.545, 25/08/1999 US  
60/150.564, 26/10/1999 US 60/161.363, 23/06/2000 US 09/602.013,  
14/07/1999 US 60/143.626, 10/08/1999 US 60/147.813, 25/08/1999  
US 60/150.564, 26/10/1999 US 60/161.363

(73) **Titular(es):** E-Vision, LLC.

(72) **Inventor(es):** Dwight P. Duston, Ronald D. Blum

(74) **Procurador(es):** Orlando de Souza

(86) **Pedido Internacional:** PCT US0017964 de 30/06/2000

(87) **Publicação Internacional:** WO 01/02895 de 11/01/2001

(57) **Resumo:** Uma lente ocular eletro-ativa (700) é revelada. A lente revelada inclui uma primeira lente óptica. A lente revelada também inclui uma primeira zona eletro-ativa (72) posicionada em uma relação cooperativa com a primeira lente óptica. Em certas modalidades, a lente eletro-ativa inclui um visor posicionado em uma relação cooperativa com a lente eletro-ativa.

## LENTE OCULAR ELETRO-ATIVA

"Dividido do PI 0012137-1, depositado em 30/06/2000".

### Campo Da Invenção

A presente invenção relaciona-se ao campo de correção da visão e, mais particularmente, a um sistema, aparelho e método para corrigir a visão utilizando uma lente eletro-ativa.

### Descrição Sucinta Dos Desenhos

A invenção será mais prontamente compreendida através da seguinte descrição detalhada, com referência aos desenhos acompanhantes, em que:

A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um sistema foróptero/refrator eletro-ativo 100;

A Figura 2 é uma vista diagramática de uma modalidade de outro sistema foróptero/refrator eletro-ativo 200;

A Figura 3 é um diagrama de fluxo de uma seqüência prática de aviamento convencional 300;

A Figura 4 é um diagrama de fluxo de uma modalidade do método de aviamento 400;

A Figura 5 é uma vista em perspectiva de uma modalidade dos óculos eletro-ativos 500;

A Figura 6 é um diagrama de fluxo de uma modalidade de um método de prescrição 600;

A Figura 7 é uma vista frontal de uma modalidade de uma lente especular eletro-ativa híbrida 700;

A Figura 8 é uma vista seccional de uma modalidade da lente especular eletro-ativa híbrida tomada ao longo da linha de seção A-A da Figura 7;

A Figura 9 é uma vista seccional de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 900, tomada ao longo da linha de seção Z-Z da Figura 5;

5 A Figura 10 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um sistema de lente eletro-ativo 1000;

A Figura 11 é uma vista seccional de uma modalidade de uma lente eletro-ativa de difração tomada ao longo da linha de seção Z-C da Figura 5;

10 A Figura 12 é uma vista frontal de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 1200.

A Figura 13 é uma vista seccional de uma modalidade do sistema de lente eletro-ativa 1200 da Figura 12 tirada ao longo da linha seccional Q-Q;

15 A Figura 14 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um sistema de acompanhamento 1400;

A Figura 15 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um sistema de lente eletro-ativa 1500;

20 A Figura 16 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um sistema de lente eletro-ativa 1600;

A Figura 17 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 1700;

A Figura 18 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 1800;

25 A Figura 19 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma camada eletro-ativa 1900;

A Figura 20 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2000;

A Figura 21 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um óculos eletro-ativa 2100;

A Figura 22 é uma vista frontal de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2200;

A Figura 23 é uma vista frontal de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2300;

5 A Figura 24 é uma vista frontal de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2400;

A Figura 25 é uma vista seccional de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2500 tirada ao longo da linha de seção Z-Z da Figura 5;

10 A Figura 26 é uma vista seccional de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2600 tirada ao longo da linha de seção Z-Z da Figura 5;

A Figura 27 é um diagrama de fluxo de uma modalidade do método de aviamento 2700; e

15 A Figura 28 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2800.

#### Descrição Detalhada

Em 1998, houve aproximadamente 92 milhões de exames oculares efetuados apenas nos Estados Unidos. A grande  
20 maioria desses exames envolveu uma verificação completa de patologia ocular tanto interna como externa, análise do equilíbrio muscular e binocularidade, medição da córnea e, em muitos casos, a pupila, e finalmente um exame de refração, que era tanto objetivo como subjetivo.

25 Os exames de refração são efetuados para compreender/diagnosticar a magnitude e o tipo do erro de refração do olho. Os tipos de erro de refração que são atualmente capazes de serem diagnosticados e medidos são miopia, hiperopia, astigmatismo e presbiopia. Os atuais

refratores (forópteros) tentam corrigir a visão para 20/20 distante e próximo e, em alguns casos, visão de distância 20/15 pode ser alcançada; no entanto, isto é de longe a exceção.

5 Deve ser ressaltado que o limite teórico ao qual a retina do olho pode processar e definir a visão é aproximadamente 20/10. Isto é bem melhor do que o nível de visão que é atualmente obtido por meio tanto dos refratores (forópteros) como de lentes especulares convencionais. O  
10 que está faltando desses dispositivos convencionais é a capacidade de detectar, quantificar e corrigir para erro de refração não convencional, como aberrações, astigmatismo irregular, ou irregularidades na camada ocular. Essas aberrações, astigmatismo irregular e/ou irregularidades na  
15 camada ocular podem ser como resultado do nosso sistema visual ou como resultado de aberrações causadas por óculos convencionais, ou uma combinação de ambos.

Portanto, seria extremamente benéfico ter um meio para detectar, quantificar e corrigir a visão tão próximo de  
20 20/10 ou melhor quanto possível. Ainda mais, seria benéfico fazê-lo de maneira muito eficiente e amigável.

A presente invenção utiliza uma abordagem inédita para detectar, quantificar e corrigir a visão. A abordagem envolve várias modalidades inovadoras utilizando uma lente  
25 eletro-ativa. Ainda mais, a invenção utiliza uma abordagem inédita para a seleção, aviamento, ativação e programação de óculos eletro-ativos.

Por exemplo, em uma modalidade inventiva, é utilizado um foróptero/refrator eletro-ativo inédito. Este

foróptero/refrator eletro-ativo utiliza bem menos componentes de lente dos forópteros de hoje e é uma fração do tamanho geral e/ou o peso dos forópteros de hoje. Na verdade, esta modalidade inventiva exemplar consiste de

5 apenas um par de lentes eletro-ativas acomodadas em uma montagem de quadro que fornece, quer através de seu próprio desenho estrutural e/ou por meio de uma rede de fios condutores, energia elétrica necessária para possibilitar que as lentes eletro-ativas funcionem apropriadamente.

10 Para auxiliar na compreensão de certas modalidades da invenção, explicações de vários termos são fornecidas agora. Em algumas situações, essas explicações não se pretende que sejam necessariamente limitantes, devendo ser lidas à luz dos exemplos, descrições e reivindicações aqui

15 fornecidas.

Uma "zona eletro-ativa" pode incluir ou ser incluída em uma estrutura, camada e/ou região eletro-ativa. Uma "região eletro-ativa" pode ser uma parte e/ou a totalidade de uma camada eletro-ativa. Uma região eletro-ativa pode

20 ser adjacente a outra região eletro-ativa. Uma região eletro-ativa pode ser afixada a outra região eletro-ativa, quer diretamente ou indiretamente com, por exemplo, um isolante entre cada região eletro-ativa. Uma camada eletro-ativa pode ser afixada a outra camada eletro-ativa, quer

25 diretamente, ou indiretamente com, por exemplo, um isolante entre cada camada eletro-ativa. "Afixar" pode incluir ligar, depositar, aderir e outros métodos de fixação bem conhecidos. Um "controlador" pode incluir ou ser incluída em um processador, um microprocessador, um circuito

integrado, um IC, um chip de computador, e/ou um chip. Um refrator" pode incluir um controlador. Um "auto-refrator" pode incluir um analisador frontal de onda. "Erro de refração de distância próxima" pode incluir presbiopia e quaisquer outros erros de refração que precisam ser corrigidos para ver-se claramente a uma distância próxima.

5 "Erro de refração de distância intermediária" pode incluir o grau de presbiopia necessário a ser corrigido em uma distância intermediária e quaisquer outros erros de refração necessários para ser corrigidos para ver-se claramente a uma distância intermediária. "Erro de refração de distância afastada" pode incluir qualquer erro de refração necessário para ser corrigido para ver-se claramente a uma distância afastada. "Distância próxima"

10 pode ser de cerca de 15,24 cm a cerca de 60,96 cm, e mais preferivelmente de cerca de 35,56 cm a cerca de 45,72 cm. "Distância intermediária" pode ser de cerca de 60,96 cm a cerca de 1,524 m. "Distância afastada" pode ser qualquer distância entre cerca de 1,524 m e infinito e, mais preferivelmente, infinito. "Erro de refração convencional"

20 pode incluir miopia, hiperopia, astigmatismo e/ou presbiopia. "Erro de refração não convencional" pode incluir astigmatismo irregular, aberrações do sistema ocular e qualquer outro erro de refração não incluído no erro de refração convencional. "Erro de refração óptico"

25 pode incluir quaisquer aberrações associada a uma lente óptica.

Em certas modalidades, os "óculos" podem incluir uma lente. Em outras modalidades, os "óculos" podem incluir

mais de uma lente. Uma lente "multifocal" pode incluir bifocal, trifocal, quadrafocal e/ou lente de adição progressiva. Um branco de lente "acabado" pode incluir um branco de lente que tem uma superfície óptica acabada em  
5 ambos os lados. Um branco de lente "semi-acabado" pode incluir um branco de lente que tem, em apenas um lado, uma superfície óptica acabada, e no outro lado, uma superfície não opticamente acabada, a lente precisando de mais modificações, como, por exemplo, esmerilhar e/ou polir,  
10 para torná-la em uma lente utilizável. "Superficiamento" pode incluir o esmerilhamento e/ou polimento do material em excesso para acabar uma superfície não acabada de um branco de lente semi-acabado.

A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma  
15 modalidade de um sistema foróptero/refrator eletro-ativo 100. Os quadros 110 contêm a lente eletro-ativa 120, a qual são conectadas através de uma rede de fios condutores 130 a um controlador de lente eletro-ativa 140 e a uma fonte de energia elétrica 150.

20 Em certas modalidades, as hastes (não mostradas na Figura 1) dos quadros 110 contêm baterias ou fontes de energia como, por exemplo, uma célula de microalimentação. Em outras modalidades inventivas, a haste ou as hastes do quadro 110 possuem os componentes elétricos necessários de  
25 modo que um fio elétrico é adaptado diretamente em uma saída elétrica e/ou o controlador/programador do refrator eletro-ativo 160.

Ainda em outras modalidades inventivas, as lentes eletro-ativas 120 são montadas em um conjunto acomodador



que é suspenso de modo que se pode simplesmente posicionar a face adequadamente para olhar através da lente eletro-ativa enquanto está sendo refratada.

Embora a primeira modalidade inventiva utilize apenas um par de lentes eletro-ativas, em certas outras modalidades inventivas, múltiplas lentes eletro-ativas são utilizadas. Ainda em outras modalidades inventivas, uma combinação de lentes convencionais e de lentes eletro-ativas são utilizadas.

A Figura 2 é uma vista diagramática de uma modalidade exemplar de um sistema refrator eletró-ativo 200 que inclui u conjunto acomodador 210 que contém pelo menos uma lente eletro-ativa 220 e várias lentes convencionais, especificamente, lente de difração 230, lente prismática 240, lente astigmática 250 e lente esférica 260. Uma rede de fios condutores 270 conecta a lente eletro-ativa 220 a uma fonte de energia 275 e a um controlador 280, que fornece uma tela de receituário 290.

Em cada modalidade inventiva em que múltiplas lentes eletro-ativas e/ou uma combinação de lentes convencionais e eletro-ativas são utilizadas, as lentes podem ser utilizadas para testar a visão em uma seqüência aleatória e/ou não aleatória uma de cada vez. Em outras modalidades inventivas, duas ou mais lentes são acrescentadas dando uma potência corretiva total a frente de cada olho conforme necessário.

As lentes eletro-ativas, que são utilizadas tanto no foróptero eletro-ativo como nos óculos eletro-ativos, são compreendidas quer de uma construção híbrida como de uma

construção não-híbrida. Em uma construção híbrida, uma lente óptica convencional é combinada com uma zona eletro-ativa. Em uma construção não-híbrida, nenhuma lente óptica convencional é utilizada.

5        Como foi discutido acima, a invenção difere da sequência prática da execução convencional de hoje em dia 300, que é mostrada como um fluxograma na Figura 3. Como é mostrado nas etapas 310 e 320, o exame ocular tradicionalmente envolve um refrator convencional é seguido  
10        pela obtenção do receituário e levando aquele receituário para execução. Então, como é mostrado nas etapas 330 e 340, na execução, os quadros e lente são selecionados. Como é mostrado na etapa 350 e 360, as lentes são fabricadas, contornadas e montadas nos quadros. Finalmente, na etapa  
15        370, os novos óculos de receituário são aviados e recebidos.

      Como é mostrado no fluxograma da Figura 4, em uma modalidade exemplar de um método de execução inventivo 400, na etapa 410 os óculos eletro-ativos é selecionado pelo ou  
20        para o usuário. Na etapa 420, os quadros são encaixados no usuário. Com o usuário utilizando os óculos eletro-ativos, na etapa 430, a eletrônica é controlada pelo sistema de controle foróptero/refrator eletro-ativo que na maioria dos casos é operado por um profissional da visão e/ou um  
25        técnico. Entretanto, em certas modalidades inventivas, o paciente ou usuário pode efetivamente operar o sistema de controle e, assim, controlar a receita de suas próprias lentes eletro-ativas. Em outras modalidades inventivas,

tanto o paciente/usuário como o profissional da visão e/ou o técnico trabalham com o controlador juntos.

Na etapa 440, o sistema de controle, quer operado pelo profissional da visão, o técnico, e/ou o paciente/usuário, é utilizado para selecionar tanto objetiva como subjetivamente a melhor receita de correção para o paciente/usuário. Quando da seleção da receita apropriada para corrigir a visão do paciente/usuário em sua correção ótima, o profissional da visão ou técnico então programa os óculos eletro-ativos do paciente/usuário.

Em uma modalidade inventiva, a receita selecionado é programada dentro de um controlador de óculos eletro-ativos e/ou um ou mais componentes do controlador, antes dos óculos eletro-ativos selecionados sendo desconectados do controlador foróptero/refrator eletro-ativo. Em outras modalidades inventivas a receita é programada dentro dos óculos eletro-ativos selecionado em ocasião posterior.

Em qualquer caso os óculos eletro-ativos são selecionados, encaixados, programados e executados na etapa 450 em uma seqüência totalmente diferente da dos óculos convencionais de hoje. Esta seqüência permite um aprimoramento e eficiência na fabricação, refração e aviamento.

Através deste método inventivo, o paciente/usuário pode literalmente selecionar seus óculos, utilizá-los enquanto o teste de sua visão está ocorrendo, e depois tê-los programados para a receita correta. Na maioria dos casos, mas não em todas, isto é feito antes do paciente/usuário deixar a cadeira de exame, assim

assegurando a fabricação total e a precisão da programação da receita final do paciente, bem como a precisão da própria refração ocular. Finalmente, nesta modalidade inventiva o paciente pode literalmente utilizar seus óculos eletro-ativos quando saírem da cadeira de exame e do escritório do profissional da visão.

Deve ser ressaltado que outras modalidades inventivas permitem que o foróptero/refrator eletro-ativo simplesmente exiba ou imprima a melhor receita do paciente ou usuário que é então preenchida bem da mesma maneira que no passado. Atualmente o processo envolve levar uma receita escrita a um local de execução onde os óculos eletro-ativos (quadros e lentes) são vendidos e executados.

Ainda em outras modalidades inventivas a receita é enviada eletronicamente, por exemplo, através da Internet, a um local de execução onde óculos eletro-ativos (quadros e lentes) são vendidos.

No caso em que a receita não é preenchida no ponto em que a refração ocular é realizada, em certas modalidades inventivas um controlador de óculos eletro-ativo e/ou um ou mais componentes do controlador, é programado e instalado dentro dos óculos eletro-ativos, ou então programado diretamente enquanto instalado nos óculos eletro-ativos, após a refração. No caso em que nada é acrescentado aos óculos eletro-ativos, o controlador dos óculos eletro-ativos, e/ou um ou mais dos componentes do controlador, é uma parte embutida intrincada dos óculos eletro-ativos e não precisa ser acrescentado em ocasião posterior.

A Figura 27 é um fluxograma de uma modalidade de outro método de execução inventivo 2700. Na etapa 2710, a visão do paciente é refratada utilizando qualquer método. Na etapa 2720, a receita para o paciente é obtida. Na etapa 2730, os óculos eletro-ativos é selecionado. Na etapa 2740, os óculos eletro-ativos são programados com a receita do usuário. Na etapa 2750, os óculos eletro-ativos são executados.

A Figura 5 é uma vista em perspectiva de outra modalidade inventiva dos óculos eletro-ativos 500. Neste exemplo ilustrativo, os quadros 510 contém lentes eletro-ativas genéricas 520 e 522 que são acopladas eletricamente por fios de conexão 530 ao controlador dos óculos eletro-ativos 540 e à fonte de energia 550. A linha de seção Z-Z divide a lente eletro-ativa genérica 520.

O controlador age como o "cérebro" dos óculos eletro-ativos 500, e pode conter pelo menos um componente de processador, pelo menos um componente de memória para armazenar instruções e/ou dados para uma receita específica, e pelo menos um componente de entrada/saída, como uma porta. O controlador 540 pode efetuar tarefas computacionais como a leitura e a gravação na memória, calcular as voltagens a serem aplicadas aos elementos da grade individual com base em índices de refração desejados, e/ou agir como uma interface local entre os óculos do paciente/usuário e o equipamento refrator/foróptero associado.

Em uma modalidade inventiva, o controlador 540 é pré-programada pelo especialista em visão ou o técnico para

satisfazer as necessidades de convergência e acomodativas do paciente. Nesta modalidade, esta pré-programação é feita no controlador 540 enquanto o controlador 540 está fora dos óculos do paciente, e o controlador 540 é então inserido dentro dos óculos após o exame. Em uma modalidade inventiva, o controlador 540 é do tipo de "apenas leitura", fornecendo a voltagem para os elementos da grade e obter a malha necessária de índices de refração para corrigir a visão para uma distância específica. Com a mudança na receita do paciente, um novo controlador 540 precisa ser programado e inserido dentro dos óculos pelo especialista. Este controlador seria de uma classe de ASICs ou circuitos integrados de aplicação específica, e sua memória e comandos de processamento são permanentemente implantados.

Em outra modalidade inventiva, o controlador dos óculos eletro-ativos pode ser programado originalmente pelo especialista da visão ou o técnico quando primeiro for executado, e depois o mesmo controlador, ou um componente da mesmo, pode ser reprogramado para fornecer uma correção diferente, à medida que mudam as necessidades do paciente. Este controlador dos óculos eletro-ativos pode ser extraído dos óculos, colocado no controlador/programador do refrator (mostrado nas Figuras 1 e 2) e reprogramado durante o exame, ou reprogramado, in situ, pelo refrator sem retirada dos óculos eletro-ativos. Neste caso, o controlador dos óculos eletro-ativos poderia, por exemplo, ser de uma classe de FPGAs ou arquitetura de malha de portal programável. Nessa modalidade inventiva o controlador de óculos eletro-ativos pode ser permanentemente construído

dentro dos óculos e exibir apenas um link de interface ao refrator, que emite os comandos de reprogramação para a FPGA. Parte deste link incluiria energia AC externa para o controlador de óculos eletro-ativos fornecido por um adaptador AC embutido no refrator/foróptero ou em sua unidade controlador/programador.

Em outra modalidade inventiva, os óculos eletro-ativos agem como o refrator, e o equipamento externo operado pelo especialista da visão ou o técnico consiste de meramente um link digital e/ou analógico ao controlador dos óculos eletro-ativos. Assim o controlador dos óculos eletro-ativos também pode servir como um controlador para o refrator/foróptero. Nesta modalidade, a eletrônica de processamento necessária está disponível para alterar a malha de voltagens de grade para os óculos eletro-ativos e reprogramar o controlador de óculos eletro-ativos com este dado após a correção ótima para o usuário é determinada empiricamente. Neste caso, o paciente revê os gráficos ópticos através de seu próprios óculos eletro-ativos durante o exame e pode não estar ciente de que à medida que está selecionando a melhor receita corretiva, o controlador em seus óculos eletro-ativos está simultaneamente sendo reprogramado eletronicamente.

Outra modalidade inovadora utiliza um auto-refrator eletrônico que pode ser utilizado como uma primeira etapa e/ou em combinação com os refratores eletro-ativos (mostrados nas Figuras 1 e 2) como, por meio de exemplo, sem a ele se limitar, Humphrey's Auto-refractor & Nikon's Auto-refractor que foram desenvolvidos ou modificados para

fornecer retroalimentação que é compatível e programado para utilização com as lentes eletro-ativas da invenção. Esta modalidade inovadora é utilizada para medir o erro de refração, enquanto o paciente ou usuário está utilizando  
5 seus óculos eletro-ativos. Esta retroalimentação é alimentada automaticamente ou manualmente dentro de um controlador e/ou programador, que então calibra, programa ou reprograma o controlador dos óculos eletro-ativos do usuário. Nesta modalidade inovadora, os óculos eletro-  
10 ativos podem ser recalibrados conforme necessário sem exigir um exame completo ocular ou a refração ocular.

Em certas outras modalidades inventivas, a correção da visão é corrigida, por meio das lentes eletro-ativas, para 20/20. Isto é obtido na maioria dos casos pela correção do  
15 erro de refração convencional (miopia, hiperopia, astigmatismo e/ou presbiopia). Em certas outras modalidades inventivas, o erro de refração não convencional como aberrações, astigmatismo irregular e/ou irregularidades na camada ocular do olho são medidas e corrigidas, bem como o  
20 erro de refração convencional (miopia, hiperopia, astigmatismo e/ou presbiopia). Nas modalidades inventivas em que as aberrações, astigmatismo irregular e/ou irregularidades na camada ocular do olho são corrigidas além do erro de refração convencional, a visão pode ser  
25 corrigida em muitos casos para melhor do que 20/20, como 20/15, para melhor do que 20/15, para 20/10, e/ou para melhor do que 20/10.

Esta correção de erro vantajosa é efetuada pela utilização das lentes eletro-ativas nos óculos efetivamente



como uma óptica adaptiva. A óptica adaptiva foi demonstrada e em uso por muitos anos para corrigir pela distorção atmosférica em telescópios astronômicos terrestres, bem como para a transmissão a laser através da atmosfera para comunicação e aplicações militares. Nesses casos, espelhos segmentados ou "borracha" são normalmente empregados para fazer pequenas correções na frente de onda da imagem ou onda de luz a laser. Esses espelhos são manipulados por atuadores mecânicos na maioria dos casos.

10 A óptica adaptiva, conforme aplicada à visão, tem por base a sondagem ativa do sistema ocular com um feixe de luz, como um laser seguro para o olho, e mede a distorção da frente de onda quer da reflexão retinal ou da imagem criada na retina. Esta forma de análise de frente de onda assume uma onda de sonda planar ou esférica e mede a  
15 distorção imposta nesta frente de onda pelo sistema ocular. Ao comparar a frente de onda inicial com aquela distorcida, um examinador habilitado pode determinar que anormalidades existem no sistema ocular e receitar uma receita corretiva  
20 apropriada. Há vários projetos competitivos para analisadores de frente de onda, mas a adaptação das lentes eletro-ativas aqui descritas para utilização quer como um modulador de luz espacial transmissiva ou reflexiva para efetuar tal análise de frente de onda está incluída dentro  
25 da invenção. Exemplos de analisadores de frente de onda são fornecidos nas Patentes dos Estados Unidos número 5.777.719 (Williams) e 5.949.521 (Williams), cada uma das quais é aqui incorporada por referência em sua inteireza.

Contudo, em certas modalidades da presente invenção, pequenas correções ou ajustes são feitos na lente eletro-ativa de modo que uma onda de luz da imagem é imposta por uma matriz de grade de pixels acionados eletricamente cujo  
5 índice de refração pode ser alterado, acelerando ou desacelerando a luz que passa através deles pelo índice alterado. Desta forma a lente eletro-ativa torna-se uma óptica adaptiva, que pode compensar pela imperfeição espacial inerente na óptica do próprio olho para obter uma  
10 imagem quase isenta de aberração na retina.

Em certas modalidades inventivas, como a lente eletro-ativa é inteiramente bidimensional, as aberrações espaciais fixas causadas pelo sistema óptico do olho podem ser compensadas pela incorporação do pequeno índice de  
15 correções da refração em cima das necessidades de receita de correção da visão grosseira do paciente/usuário. Desta forma, a visão pode ser corrigida a um nível de melhor do que poderia ser alcançado com as correções de convergência e de acomodação comuns e, em muitos casos, poderia resultar  
20 em visão melhor do que 20/20.  $\overline{WA}$

Para alcançar esta correção melhor do que 20/20, as aberrações oculares do paciente podem ser medidas, por exemplo, por um refrator auto modificado utilizando um sensor de frente de onda ou um analisador projetado  
25 especificamente para medições de aberrações do olho. Uma vez as aberrações oculares e outros tipos de erro de refração não convencionais foram determinados tanto na magnitude como na espacialidade, o controlador nos óculos pode ser programado para incorporar o índice 2-D dependente

especialmente das mudanças na refração para compensar por estas aberrações e outros tipos de erro de refração não convencional além da correção geral de miopia, hiperopia, presbiopia e/ou astigmatismo. Assim, as modalidades da

5 lente eletro-ativa da presente invenção podem corrigir eletro-ativamente por aberrações no sistema ocular do paciente ou criadas pela óptica da lente.

Assim, por exemplo, uma certa correção de potência de -3,50 diópteros pode ser necessário em uma certa lente

10 divergente eletro-ativa para corrigir a miopia do usuário. Neste caso, uma malha de voltagens diferentes,  $V_1, \dots, V_N$ , é aplicada aos M elementos na malha da grade para gerar uma malha de índices de refração diferentes,  $N_1, \dots, N_M$ , que dá à lente eletro-ativa uma potência de -3,50 diópteros. No

15 entanto, certos elementos na malha de grade podem exigir até mais ou menos 0,50 unidades de mudança em seu índice  $N_1, \dots, N_M$  para corrigir as aberrações oculares e/ou o erro de refração não convencional. Os pequenos desvios de

20 voltagem correspondentes a estas mudanças é aplicado ao elemento de grade apropriado, além das voltagens base de correção de miopia.

Para detectar, quantificar e/ou corrigir tanto quanto possível o erro de refração não convencional como astigmatismo irregular, irregularidades de refração ocular,

25 como, por exemplo, a camada de lágrima na frente da córnea, a frente, ou o verso da córnea, irregularidades aquosas, a frente ou o verso da lente lenticular, irregularidades do vítreo, ou outras aberrações causadas pelo próprio sistema de refração ocular, o refrator/foróptero eletro-ativo é

utilizado de acordo com uma modalidade do método de receituário inventivo 600 da Figura 6.

Na etapa 610, um refrator convencional, um refrator eletro-ativo tendo lentes tanto convencionais como eletro-ativas ou um refrator eletro-ativo tendo apenas lentes eletro-ativas, ou um auto-refrator, é utilizado para medir o erro de refração utilizando potências de lente convencionais como menos potência (para míopes) mais potência (para hiperopes), potência cilíndrica e eixo (para astigmatismo) e potência de prisma quando necessário. Utilizando esta abordagem, obtém-se o que é hoje conhecido como o BVA (melhor acuidade visual) do paciente por meio do erro de refração corretiva convencional. No entanto, certas modalidades da invenção permitem melhorar a visão do paciente além do que os refratores/forópteros convencionais de hoje em dia conseguem.

Portanto, a etapa 610 provê um maior refinamento do receituário em uma maneira inventiva não convencional. Na etapa 610, a receita, que efetua este ponto terminal, é programada dentro do refrator eletro-ativo. O paciente é posicionado apropriadamente para olhar através da lente eletro-ativa tendo uma estrutura eletro-ativa multi-grade dentro de um autorefrator modificado e compatível ou um analisador de frente de onda, que mede automaticamente com precisão o erro de refração. Esta medição do erro de refração detecta e quantifica tantos erros de refração não convencionais quanto possível. Esta medição é feita através de uma pequena área alvo de aproximadamente 4,29 mm de cada lente eletro-ativa, enquanto calcula automaticamente a

receita necessária para atingir o melhor foco na fóvea ao longo da linha de visão enquanto o paciente está olhando através da área alvo da lente eletro-ativa. Uma vez feita esta medição esta correção não convencional é armazenada na memória do controlador/programador para utilização futura ou ela é então programada dentro do controlador que controla a lente eletro-ativa. Isto, naturalmente, é repetido para ambos os olhos.

Na etapa 620, o paciente ou usuário agora pode, por sua opção, optar por utilizar uma unidade de controle que permitirá refinar ainda mais a correção do erro de refração convencional, a correção do erro de refração não convencional, ou uma combinação dos dois, e assim a receita final, ao seu agrado. De modo alternativo, ou em aditamento, o profissional da visão pode refiná-lo, até em alguns casos nenhum outro refinamento ser efetuado. Neste ponto, um BVA melhorado para o paciente, melhor do que qualquer outro disponível através das técnicas convencionais, será alcançado.

Na etapa 630, qualquer outra receita refinada é então programada dentro do controlador, que controla a receita das lentes eletro-ativas. Na etapa 640, os óculos eletro-ativos programados são executados.

Embora as etapas anteriores 610 a 640 apresentam uma modalidade de um método inventivo, dependendo do julgamento do profissional da visão ou de sua abordagem, numerosas abordagens diferentes mas similares poderiam ser utilizadas para detectar, quantificar e/ou corrigir a visão utilizando apenas refratores/forópteros eletro-ativos ou em combinação

com analisadores de frente de onda. Qualquer método, independentemente de sua seqüência, que utiliza um refrator/foróptero eletro-ativo para detectar, quantificar, e/ou corrigir a visão, seja em conjunto com um analisador de frente de onda ou não, é considerado parte da invenção. Por exemplo, em certas modalidades inventivas, as etapas 610 a 640 podem ser efetuadas quer de modo modificado ou até uma seqüência diferente. Ainda mais, em modalidades de certos outros métodos inventivos, a área alvo da lente referida na etapa 610 está dentro da faixa de cerca de 3,0 milímetros de diâmetro a cerca de 8,0 milímetros de diâmetro. Ainda em outras modalidades inventivas, a área alvo pode ser qualquer coisa de cerca de 2,0 milímetros de diâmetro até a área da lente inteira.

Embora esta discussão concentrou-se até agora na refração utilizando várias formas de lentes eletro-ativas sozinhas ou em combinação com analisadores de frente de onda para efetuar o exame ocular do futuro, há outra possibilidade que a nova tecnologia emergente pode permitir simplesmente para medições objetivas, assim eliminando potencialmente a necessidade da resposta comunicada ou a interação com o paciente. Muitas das modalidades inventivas descritas e/ou reivindicadas aqui pretendem funcionar com qualquer tipo de sistema de medição, quer objetivo, subjetivo ou uma combinação de ambos.

Passando agora para a própria lente eletro-ativa, conforme discutido acima, uma modalidade da presente invenção cobre um refrator/foróptero eletro-ativo que tem uma lente eletro-ativa inédita, que pode ser de construção

híbrida ou não-híbrida. Por construção híbrida entende-se uma combinação de uma lente óptica de visão única convencional ou uma lente multifocal, com pelo menos uma zona eletro-ativa localizada na superfície de frente, na  
5 superfície do verso, e/ou no meio entre as superfícies de frente e de verso, a zona consistindo de um material eletro-ativo tendo os meios eletro-ativos necessários para mudar o foco eletricamente. Em certas modalidades da invenção, a zona eletro-ativa é colocada especificamente  
10 quer no interior da lente ou na superfície côncava traseira da lente para protegê-la de riscos e outros desgastes normais. Na modalidade em que a zona eletro-ativa está incluída como parte da superfície convexa de frente, na maioria dos casos um revestimento resistente aos riscos é  
15 aplicado. A combinação da lente de visão única convencional ou uma lente multifocal convencional e a zona eletro-ativa dá a potência de lente total do projeto de lente híbrido. Por não-híbrido quer-se significar uma lente que é eletro-  
20 ativa em que essencialmente 100% de sua potência de refração é gerada unicamente por sua natureza eletro-ativa.

A Figura 7 é uma vista frontal e a Figura 8 é uma vista seccional tirada ao longo da linha A-A, de uma modalidade de uma lente especular eletro-ativa híbrida 700. Neste exemplo ilustrativo, a lente 700 inclui uma lente  
25 óptica 710. Afixado à lente óptica 710 há uma camada eletro-ativa 720 que pode ter um ou mais regiões eletro-ativas que ocupam a totalidade ou uma parcela da camada eletro-ativa 720. Também afixado à lente óptica 710 e pelo menos parcialmente circundando a camada eletro-ativa 720 há

uma camada de enquadramento 730. A lente óptica 710 inclui uma região de correção da potência de astigmatismo 740 tendo um eixo astigmático A-A girado, apenas neste exemplo específico, aproximadamente 45 graus no sentido do relógio da horizontal. Cobrindo a camada eletro-ativa 720 e a camada de enquadramento 730 há uma camada de capa opcional 750.

Como será discutido depois, a camada eletro-ativa 720 pode incluir um cristal líquido e/ou um gel de polímero. A camada eletro-ativa 720 também pode incluir uma camada de alinhamento, uma camada metálica, uma camada condutora e/ou uma camada de isolamento.

Em uma modalidade alternativa, a região de correção astigmática 740 é eliminada de modo que a lente óptica 710 corrige apenas a potência da esfera. Em outra modalidade alternativa, a lente óptica pode corrigir quer para distância afastada, distância próxima e/ou as duas, e qualquer tipo de erro de refração convencional, incluindo erros esféricos, cilíndricos, prismáticos e/ou asféricos. A camada eletro-ativa 720 também pode corrigir para distância próxima e/ou para erro de refração não convencional como as aberrações. Em outras modalidades, a camada eletro-ativa 720 pode corrigir qualquer tipo de erro de refração convencional ou não e a lente óptica 710 pode corrigir para erro de refração convencional.

Foi descoberto que uma lente eletro-ativa tendo uma abordagem de construção híbrida possui certas vantagens distintas sobre aquela de uma lente não-híbrida. Essas vantagens possuem menor necessidade de energia elétrica,



menor tamanho de bateria, expectativa de vida mais longa da bateria, circuito elétrico menos complexo, menos condutores, menos isolantes, custo de fabricação mais baixo, maior transparência óptica, e maior integridade estrutural. No entanto, é preciso ser observado que as lentes eletro-ativas não-híbridas têm seu próprio conjunto de vantagens, incluindo a menor espessura e fabricação de massa.

Também foi descoberto que tanto a abordagem não-híbrida e, em algumas modalidades, a abordagem híbrida de campo integral e a abordagem híbrida de campo parcial, permitirão a fabricação em massa de um número muito limitado de SKUs (Unidade de Manutenção de Estoque) quando, por exemplo, o desenho estrutural eletro-ativo utilizado for aquele de uma estrutura eletro-ativa multi-grade. Neste caso, só seria necessário quando da fabricação em massa focar essencialmente em um número limitado de recursos diferenciados como a curvatura e tamanho para a compatibilidade anatômica do usuário.

Para compreender o significado desta melhoria, é preciso compreender o número de lentes em branco necessárias para satisfazer a maioria das receitas. Cerca de 95% das receitas corretivas inclui uma correção de potência de esfera dentro de uma faixa de -6,00 diópteros a +6,00 diópteros, em incrementos de 0,25 diópteros. Com base nesta faixa, há cerca de 49 potências de espera prescritas comumente. Das receitas que incluem uma correção de astigmatismo, cerca de 95% se enquadram dentro da faixa de -4,00 diópteros a +4,00 diópteros, em incrementos de 0,25

diópteros. Com base nesta faixa, há cerca de 33 potências (ou cilindros) astigmáticos comumente receitados. No entanto, como o astigmatismo tem um componente de eixo, há cerca de 360 graus de orientações de eixos astigmáticos, que são tipicamente receitados em incrementos de um grau. Assim, há 360 diferentes receitas de eixos astigmáticos.

Ainda mais, muitas receitas incluem um componente bifocal para corrigir para presbiopia. Dessas receitas que têm uma correção presbiópica, cerca de 95% enquadram-se dentro da faixa de +1,00 a +3,00 diópteros, em incrementos de 0,25 diópteros, assim resultando em cerca de 9 potências presbiópicas comumente receitadas.

Como algumas modalidades da invenção podem prover correções esféricas, cilíndricas, de eixo e presbiópicas, uma lente eletro-ativa não-híbrida pode servir as 5.239.080 (=49x33x360x9) receitas diferentes. Assim, uma lente eletro-ativa não-híbrida pode eliminar a necessidade de fabricar em massa e/ou estocar numerosos SKUs de brancos de lente, e de possivelmente importância maior, pode eliminar a necessidade de esmerilhar e polir cada branco de lente para uma receita de paciente em particular.

Para dar conta das várias curvaturas de lente que podem ser necessárias para acomodar questões anatômicas como o formato da face, comprimento dos cílios, etc., um pouco mais do que um SKU de lente eletro-ativa não-híbrida poderia ser fabricada em massa e/ou estocada. Apesar disso, o número de SKUs poderia ser reduzido de milhões para cerca de 5 ou menos.

No caso de uma lente eletro-ativa híbrida, foi descoberto que ao corrigir para erro de refração convencional com a lente óptica e utilizando uma camada eletro-ativa essencialmente centrada, é possível também  
5 reduzir o número de SKUs necessárias. Com referência à Figura 7, a lente 700 pode ser girada conforme necessário para colocar o eixo astigmático A-A na posição necessária. Assim, o número de brancos de lentes híbridas necessárias pode ser reduzido por um fator de 360. Ainda mais, a zona  
10 eletro-ativa da lente híbrida pode prover a correção presbiópica, assim reduzindo por um fator de 9 o número de brancos de lente necessárias. Assim uma modalidade da lente eletro-ativa híbrida pode reduzir de mais de 5 milhões para 1619 (=49x33) o número de brancos de lente necessárias.  
15 Como pode ser razoavelmente possível fabricar em massa e/ou estocar este número de SKUs de branco de lente híbridas, a necessidade de esmerilhar e polir pode ser eliminada.

Apesar disso, esmerilhar e polir brancos de lente híbrida semi-acabada em brancos de lente acabadas permanece  
20 uma possibilidade. A Figura 28 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um branco de lente semi-acabada 2800. Nesta modalidade, o branco de lente semi-acabada 2800 tem uma lente óptica 2810 com uma superfície acabada 2820, uma superfície inacabada 2830, e uma camada eletro-ativa de  
25 campo parcial 2840. Em outra modalidade, o branco de lente semi-acabado 2800 pode ter uma camada eletro-ativa de campo integral. Ainda mais, a estrutura eletro-ativa do branco de lente semi-acabado 2800 pode ser multi-grade ou de

interconexão única. Ainda, o branco de lente semi-acabado 2800 pode ter características de refração e/ou de difração.

Quer na modalidade híbrida ou na não-híbrida da lente eletro-ativa, um número significativo de receitas de  
5 correção necessárias podem ser criadas e personalizadas pela lente eletro-ativa que pode ser ajustada e controlada por um controlador que foi personalizado e/ou programado para as necessidades de receita específicas do paciente. Assim, os milhões de receitas e numerosos estilos de lente,  
10 brancos de lente de visão única, bem como as numerosas lentes semi-acabadas multifocais podem não mais ser necessárias. Na verdade, a maioria da fabricação de brancos de lente e de quadros e sua distribuição, como a conhecemos pode ser revolucionalizada.

15 Deve-se observar que a invenção inclui tanto as lentes eletro-ativas não-híbridas, bem como as lentes eletro-ativas híbridas específicas de campo parcial e integral que são óculos eletrônicos pré-fabricados (aros e/ou lentes) ou óculos eletrônicos personalizados na hora da entrega ao  
20 paciente ou a cliente. No caso dos óculos ser pré-fabricado e montado, tanto os aros como as lentes são pré-fabricados com as lentes já esmerilhada e colocada nos aros dos óculos. Também considerado como sendo parte da invenção é o controlador programável e re-programável bem como a  
25 produção em massa de aros e de lentes tendo os componentes elétricos necessários que podem ser pré-fabricados e enviados ao local do profissional da visão ou a algum outro local para a instalação, por exemplo, de um controlador

programada, e/ou de um ou mais componentes do controlador, para a receita do paciente.

Em certos casos o controlador, e/ou um ou mais componentes do controlador, podem ser parte de um aro pré-fabricado e conjunto de lente eletro-ativa e depois programado quer no local do profissional da visão ou em algum outro local. O controlador, e/ou um ou mais dos componentes do controlador, podem ser na forma, por exemplo, de um chip ou de uma película fina e podem ser acomodados dentro do aro, no aro, dentro da lente ou na lente dos óculos. O controlador, e/ou um ou mais componentes do controlador, podem ser reprogramados ou não re-programável com base na estratégia comercial a ser implementado. No caso em que o controlador, e/ou um ou mais componentes do controlador, é re-programável, isto permitirá a atualização repetida das receitas desde que o paciente ou cliente esteja feliz com os aros de seu óculos bem como com a aparência cosmética e a funcionalidade das lentes eletro-ativas.

No caso desta última, as modalidades da lente eletro-ativa não-híbrida e híbrida que acabamos de discutir, as lentes precisam ser suficientemente sólidas estruturalmente para proteger o olho de danos de um objeto estranho. Nos Estados Unidos, a maioria das lentes para óculos precisa passar um teste de impacto exigido pelo FDA. Para satisfazer essas exigências, é importante que uma estrutura de suporte seja construída dentro ou na lente. No caso do tipo híbrido, isto é feito, por exemplo, utilizando quer uma receita ou uma lente óptica multifocal ou de visão

simples sem receita como uma base estrutural. Por exemplo, a base estrutural para o tipo híbrido pode ser feita de policarbonato. No caso da lente não-híbrida, em certas modalidades, o material eletro-ativo selecionado e a  
5 espessura resulta nesta estrutura necessária. Em outras modalidades, a base portadora sem receita ou substrato sobre o qual o material eletro-ativo é posicionado resulta nesta proteção necessária.

Quando da utilização de zonas eletro-ativas em lentes  
10 especulares em certos desenhos híbridos, pode ser essencial manter a correção da distância apropriada quando ocorrer uma interrupção de energia para as lentes. No caso de uma falha da bateria ou da fiação, em certas situações poderia ser desastroso se o usuário estiver dirigindo um automóvel  
15 ou pilotando um avião e sua correção de distância fosse perdida. Para impedir tais ocorrências, o desenho inventivo das lentes especulares eletro-ativas podem prover para que a correção de distância seja mantida quando as zonas  
20 eletro-ativas estiverem na posição OFF (o estado desenergizado ou desativado). Em uma modalidade desta invenção, isto pode ser feito ao prover a correção da distância com uma lente óptica focal fixa convencional, quer seja um tipo híbrido de refração ou de difração. Qualquer potência acrescentada adicional, portanto, é  
25 fornecida pela(s) zona(s) eletro-ativa(s). Assim, um sistema eletro-ativo de falha com segurança ocorre, porque a lente óptica convencional preservará a correção de distância do usuário.

A Figura 9 é uma visão lateral de uma modalidade exemplar de outra lente eletro-ativa 900 tendo uma lente óptica 910 que é casada por índice a uma camada eletro-ativa 920. Neste exemplo ilustrativo, a lente óptica divergente 910, tendo um índice de refração,  $n_1$ , fornece correção de distância. Afixado à lente óptica 910 há uma camada eletro-ativa 920, que pode ter um estado não ativado, e um número de estados ativados. Quando a camada eletro-ativa 920 está no estado não ativado, ela tem um índice de refração  $n_2$ , que casa aproximadamente o índice de refração,  $n_1$ , da lente óptica 910. Mais precisamente, quando não ativada,  $n_2$  está dentro de 0,05 unidades de refração de  $n_1$ . Circundando a camada eletro-ativa 920 há a camada de enquadramento 930, que tem um índice de refração,  $n_3$ , que também casa aproximadamente o índice de refração,  $n_1$ , da lente óptica 910 dentro de 0,05 unidades de refração de  $n_1$ .

A Figura 10 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar de outro sistema de lente eletro-ativa 1000. Neste exemplo ilustrativo, a lente eletro-ativa 1010 inclui uma lente óptica 1040 e uma camada eletro-ativa 1050. Um transmissor de telêmetro 1020 está posicionado na camada eletro-ativa 1050. Ainda, um detector/receptor de telêmetro 1030 está posicionado na camada eletro-ativa 1050. Em uma modalidade alternativa, quer o transmissor 1020 ou o receptor 1030 podem ser posicionados na camada eletro-ativa 1050. Em outras modalidades alternativas, quer o transmissor 1020 ou o receptor 1030 podem ser posicionados em ou sobre a lente óptica 1040. Em outras

modalidades, quer o transmissor 1020 ou o receptor 1030 podem ser posicionados na camada de cobertura externa 1060. Ainda, em outras modalidades, 1020 e 1030 podem ser posicionados em qualquer combinação do que antecede.

5        A Figura 11 é uma visão lateral de uma modalidade exemplar de uma lente eletro-ativa de difração 1100. Neste exemplo ilustrativo, a lente óptica 1110 fornece correção de distância. Causticado em uma superfície da lente óptica 1110 há um padrão de difração 1120, tendo um índice de refração,  $n_1$ . Afixado à lente óptica 1110 e cobrindo o  
10        padrão de difração 1120 há uma camada eletro-ativa 1130, que tem um índice de refração,  $n_2$ , que é próximo de  $n_1$ , quando a camada eletro-ativa 1130 está sem seu estado não ativado. Também fixado à lente óptica 1110 há uma camada de  
15        enquadramento 1140, que é construída de material essencialmente idêntico à lente óptica 1110, e que pelo menos parcialmente, circunda a camada eletro-ativa 1120. Uma cobertura 1150 está afixado sobre a camada eletro-ativa  
20        1130 e a camada de enquadramento 1140. A camada de enquadramento 1140 também pode ser uma extensão da lente óptica 1110, em cujo caso nenhuma camada efetiva é acrescentada, porém, a lente óptica 1110 é fabricada de modo a enquadrar ou circunscrever a camada eletro-ativa 1130.

25        A Figura 12 é uma vista frontal, e a Figura 13 é uma visão lateral, de uma modalidade exemplar de uma lente eletro-ativa 1200 tendo uma óptica multifocal 1210 afixada à camada de enquadramento eletro-ativa 1220. Neste exemplo ilustrativo, a óptica multifocal 1210 é de um desenho de



lente de adição progressiva. Ainda mais, neste exemplo ilustrativo, a óptica multifocal 1210 inclui uma primeira zona de foco de refração óptica 1212 e uma segunda zona de foco de refração óptica de adição progressiva 1214. Afixado à óptica multifocal 1210 há uma camada de enquadramento eletro-ativa 1220 tendo uma região eletro-ativa 1222 que está posicionada sobre a segunda zona de foco de refração óptica 1214. Uma camada de cobertura 1230 está afixada à camada de enquadramento eletro-ativa 1220. Deve ser observado que a camada de enquadramento pode ser eletro-ativa ou não. Quando a camada de enquadramento é eletro-ativa, material isolante é utilizado para isolar a região ativada da região não ativada.

Na maioria dos casos inventivos, mas não em todos, para programar os óculos eletro-ativos para corrigir a visão para seu ótimo, assim corrigindo para o erro de refração não convencional, é necessário acompanhar a linha de visão de cada olho por meio do acompanhamento dos movimentos oculares do paciente ou do usuário.

A Figura 14 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar de um sistema de acompanhamento 1400. Os quadros 1410 contêm a lente eletro-ativa 1420. Afixado ao lado posterior da lente eletro-ativa 1420 (aquele lado mais próximo dos olhos do usuário, também referido como o lado proximal) são fontes de sinais de acompanhamento 1430, como diodos emissores de luz. Também anexado ao lado posterior da lente eletro-ativa 1420 são receptores de sinal de acompanhamento 1440, como sensores de reflexão de luz. Os receptores 1440, e possivelmente as fontes 1430,

são conectados a um controlador (não mostrada) que inclui em sua memória instruções para permitir o acompanhamento. Utilizando esta abordagem é possível localizar muito precisamente os movimentos oculares para cima, para baixo, para a direita, para a esquerda e qualquer variação dessas. Isto é necessário em certos tipos, mas não em todos, de erros de refração não convencional que precisam ser corrigidos e isolados dentro da linha de visão (por exemplo, no caso de uma irregularidade da córnea específica ou caroço que se desloca quando o olho se move).

Em várias modalidades alternativas, as fontes 1430 e/ou os receptores 1440 podem ser afixados ao lado posterior dos quadros 1410, embutidos no lado posterior dos quadros 1410, e/ou embutidos no lado posterior das lentes 1420.

Uma parte importante de qualquer lente especular, incluindo a lente especular eletro-ativa, é a parte utilizada para produzir a qualidade de imagem mais nítida dentro do campo de visão do usuário. Enquanto a pessoa saudável pode ver aproximadamente 90 graus para qualquer um dos lados, a acuidade visual mais acentuada está localizada dentro de um campo de visão menor, correspondendo à parte da retina com a melhor acuidade visual. Esta região da retina é conhecida como a fóvea, e é aproximadamente uma região circular que mede 0,40 mm em diâmetro na retina. Adicionalmente, as imagens do olho na cena através do diâmetro da pupila inteira, de modo que o diâmetro da pupila também afetará o tamanho da parte mais crítica da lente especular. A região crítica resultante da lente

especular é simplesmente a soma do diâmetro da pupila do olho acrescentado à projeção do campo de visão da fóvea sobre a lente especular.

5 A faixa típica para o diâmetro da pupila do olho é de 3,0 a 5,5 mm, com um valor mais comum de 4,0 mm. O diâmetro da fóvea média é de aproximadamente 0,4 mm.

10 A faixa típica para a dimensão projetada da fóvea sobre a lente especular é afetada por parâmetros como o comprimento do olho, a distância do olho para a lente especular, etc.

O sistema de acompanhamento desta modalidade inventiva específica então localiza as regiões da lente eletro-ativa que correlacionam aos movimentos do olho relativos à região foveal da retina do paciente. Isto é importante pois o  
15 software da invenção é programado para corrigir sempre o erro de refração não convencional que é corrigido com o movimento do olho. Assim, é necessário na maioria, mas não em todas, as modalidades inventivas que corrigem o erro de refração não convencional, alterar eletro-ativamente a área  
20 da lente que a linha de visão está atravessando à medida que os olhos fixam um alvo ou olhada. Em outras palavras, nesta modalidade inventiva específica a vasta maioria de lentes eletro-ativas corrigem o erro de refração convencional e, à medida que o olho desloca-se o foco da  
25 área eletro-ativa alvo desloca-se também por meio do sistema de acompanhamento e o software para corrigir o erro de refração não convencional levando em conta o ângulo em que a linha de visão intersecta seções diferentes da lente

e calculando isto dentro da receita final para aquela área específica.

Na maioria, mas não em todas, as modalidades inventivas, o sistema de acompanhamento e ativação de software é utilizado para corrigir a visão ao máximo, enquanto olhar para objetos distantes. Quando olhar para pontos próximos o sistema de acompanhamento, se utilizado, é usado tanto para calcular a faixa de foco de ponto próximo para corrigir a acomodação e a convergência na necessidade de focar na faixa próxima ou intermediária. Naturalmente, isto é programado dentro do controlador dos óculos eletro-ativos, e/ou um ou mais dos componentes do controlador, como parte da receita do paciente ou do usuário. Em ainda outras modalidades inventivas um telêmetro e/ou sistema de acompanhamento é incorporado seja dentro da lente e/ou dos quadros.

Deve ser ressaltado que em outras modalidades inventivas como aquelas que corrigem certos tipos de erro de refração não convencional, como, por exemplo, astigmatismo irregular, na maioria mas não em todos os casos, as lentes eletro-ativas não precisam acompanhar o olho do paciente ou do usuário. Neste caso, a lente eletro-ativa geral é programada para corrigir isto, bem como outros erros de refração convencionais do paciente.

Também, como as aberrações estão relacionadas diretamente com a distância de visão, foi descoberto que elas podem ser corrigidas em relação à distância de visão. Isto é, uma vez medida a aberração ou aberrações, é possível corrigir essas aberrações na camada eletro-ativa

por meio da segregação das regiões eletro-ativas de modo a corrigir eletro-ativamente as aberrações para distâncias específicas como visão à distância, visão intermediária e/ou visão próxima. Por exemplo, a lente eletro-ativa pode ser segregada em zonas de correção para visão distância, visão intermediária e visão próxima, o software que controla cada zona fazendo com que a zona corrija essas aberrações que impactam a distância de visão correspondente. Portanto, nesta modalidade inventiva específica, em que a camada eletro-ativa é segregada para distâncias diferentes em que cada região segregada corrige aberrações específicas de uma distância específica, é possível corrigir o erro não de refração sem um mecanismo de acompanhamento.

Finalmente, deve-se frisar que em outra modalidade inventiva, é possível efetuar a correção do erro de refração não convencional, como aquele causado por aberrações, sem separar fisicamente as regiões eletro-ativas e sem acompanhamento. Nesta modalidade, com a utilização da distância de visão como entrada, o software ajusta o foco de uma dada área eletro-ativa para dar conta da correção necessária para uma aberração que de outra forma traria impacto na visão na distância de visualização dada.

Ainda mais, foi descoberto que a lente eletro-ativa híbrida ou não-híbrida podem ser desenhadas para ter um efeito de campo integral ou de campo parcial. Por efeito de campo integral quer-se dizer que a camada ou camadas eletro-ativas cobrem a grande maioria da região da lente

dentro de um quadro de óculo. No caso de um campo integral, toda a área eletro-ativa pode ser ajustada para a potência desejada. Também, uma lente eletro-ativa de campo integral pode ser ajustada para fornecer um campo parcial. No  
5 entanto, o desenho de lente específica eletro-ativa de campo parcial não pode ser ajustado para campo integral devido aos circuitos necessário para torná-la específica de campo parcial. No caso de uma lente de campo integral ajustada para tornar-se uma lente de campo parcial, uma  
10 seção parcial da lente eletro-ativa, pode ser ajustada à potência desejada.

A Figura 15 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar de outro sistema de lente eletro-ativa 1500. Os quadros 1510 contêm lentes eletro-ativas 1520, que  
15 têm um campo parcial 1530.

Para fins de comparação, a Figura 16 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar de ainda outro sistema de lente eletro-ativa 1600. Neste exemplo  
ilustrativo, os quadros 1610 contêm lentes eletro-ativas  
20 1620, que têm um campo integral 1630.

Em certas modalidades inventivas a óptica eletro-ativa multifocal é pré-fabricada e em alguns casos, devido ao número significativamente reduzido de SKUs necessários, até estocada no local de execução como um branco de lente  
25 eletro-ativa multifocal acabada. Esta modalidade inventiva permite que o local de execução simplesmente encaixe os brancos de lente eletro-ativas multifocais do estoque dentro dos quadros de ativação eletrônica. Embora na maioria dos casos esta invenção poderia de uma lente

eletro-ativa do tipo específico de campo parcial, bem como deve ser compreendido que isto funcionaria também para as lentes eletro-ativas de campo integral.

Em uma modalidade híbrida da invenção, uma lente  
5 óptica de visão única convencional sendo de desenho asférico ou de desenho não asférico tendo uma superfície tórica para correção do astigmatismo e uma superfície esférica que é utilizada para prover as necessidades de potência de distância. Se a correção astigmática é  
10 necessária a lente óptica de visão única de potência apropriada seria selecionada e girada para a localização axial astigmática apropriada. Uma vez feito isso a lente óptica de visão simples poderia ser afinada para o estilo e tamanho do quadro de arame ocular. A camada eletro-ativa  
15 poderia então ser aplicada na lente óptica de visão única ou a camada eletro-ativa pode ser aplicada antes do afinamento e a unidade de lente total pode ser afinada posteriormente. Deve ser frisado que, para afinar onde a  
20 camada eletro-ativa está afixada a uma lente óptica, seja ela uma óptica eletro-ativa de visão simples ou multifocal, antes do afinamento, um material eletro-ativo como um gel polimérico pode ser vantajoso sobre um material de cristal líquido.

A camada eletro-ativa pode ser aplicada à óptica de  
25 lente compatível por meio de diferentes tecnologias conhecidas na tecnologia. Óptica de lente compatível são ópticas cujas curvas e superfícies aceitarão a camada eletro-ativa apropriadamente do ponto de vista de ligação, estética, e/ou potência de lente final apropriada. Por

exemplo, adesivos podem ser utilizados aplicando o adesivo diretamente na lente óptica e depois assentando a camada eletro-ativa. Também, a camada eletro-ativa pode ser fabricada de modo a ser fixada a uma película de liberação em cujo caso ela pode ser removida e reafixada adesivamente a uma lente óptica. Também, ela pode ser afixada a uma portadora de película de duas vias das quais a própria portadora é avisada adesivamente à lente óptica. Ainda mais, ela pode ser aplicada utilizando uma técnica de SurfaceCasting em cujo caso a camada eletro-ativa é criada in situ.

Em uma modalidade híbrida mencionada anteriormente, a Figura 12, uma combinação de uma abordagem estática e uma abordagem não estática é utilizada para satisfazer as necessidades de visão de ponto próximo e médio, uma lente progressiva multifocal tendo a correção de distância necessária apropriada e tendo, por exemplo, aproximadamente +1,00 dióptero de correção acrescentada próxima integral é utilizada em vez da lente óptica de visão única. Ao utilizar esta modalidade a camada eletro-ativa pode ser colocada em qualquer dos lados da lente óptica progressiva multifocal, bem como enterrada dentro da lente óptica. Esta camada eletro-ativa é utilizada para prover potência acrescentada adicional.

Quando da utilização de uma potência de acrescentamento mais baixa na lente óptica do que é exigido pela lente multifocal geral, a potência de acréscimo final é a potência aditiva total do acréscimo multifocal baixo e a potência próxima necessária adicional gerada por meio da



camada eletro-ativa. Por exemplo apenas; se uma lente óptica de adição progressiva multifocal tivesse uma potência de acréscimo de +1,00 e a camada eletro-ativa criasse uma potência próxima de +1,00, a potência próxima total para a lente eletro-ativa híbrida seria +2,00D. Com a utilização desta abordagem, é possível reduzir significativamente as distorções percebidas indesejadas das lentes multifocais, especificamente as lentes de adição progressiva.

10        Em certas modalidades eletro-ativas híbridas em que uma lente óptica de adição progressiva multifocal é utilizada, a camada eletro-ativa é utilizada para subtrair o astigmatismo indesejado. Isto é feito pela neutralização ou redução substancial do astigmatismo indesejado através  
15        de uma compensação de potência neutralizante criada eletro-ativamente unicamente nas áreas da lente em que existir o astigmatismo indesejado.

Em certas modalidades inventivas a descentralização do campo parcial é necessária. Quando da aplicação de uma  
20        camada eletro-ativa de campo parcial descentralizado é necessário alinhar a camada eletro-ativa de modo tal a acomodar a localização do eixo astigmático apropriado da lente óptica de visão simples de modo a permitir a correção do astigmatismo, caso ele exista, bem como localizar o  
25        campo de potência variável eletrônica na localização apropriada para os olhos. Também, é necessário com o desenho de campo parcial alinhar a localização do campo parcial para permitir a colocação da descentralização apropriada com relação às necessidades pupilares do

paciente. Foi ainda descoberto que diferentemente das lentes convencionais em que as regiões estática bifocal, multifocal ou progressiva são sempre colocadas para sempre estarem abaixo do olhar de visualização à distância, a utilização de uma lente eletro-ativa permite certa liberdade de fabricação não disponível nas lentes multifocais convencionais. Portanto, em algumas modalidades da invenção, a região eletro-ativa está localizada onde encontra-se tipicamente as regiões de visão de distância, intermediária e próxima de uma lente multifocal não eletro-ativa convencional. Por exemplo, a região eletro-ativa pode ser colocada acima do meridiano 180 da lente óptica, assim permitindo que a zona de visão próxima multifocal seja ocasionalmente fornecida acima do meridiano 180 da lente óptica. O fornecimento da zona de visão próxima acima do meridiano 180 da lente óptica pode ser especialmente útil para aqueles usuários de óculos que trabalham em distâncias próximas de um objeto diretamente em frente ou acima do usuário, como trabalhar com um monitor de computador, ou pregar molduras de quadros acima do nível da cabeça.

No caso de uma lente eletro-ativa não-híbrida ou das ambas, a lente de campo integral híbrido e, por exemplo, uma lente de campo parcial híbrido de 35 mm de diâmetro, a camada eletro-ativa, como declarado antes, pode ser aplicada diretamente quer da lente óptica de visão única como pré-fabricada com uma lente óptica criando brancos de lente multifocal acabada eletro-ativas, ou uma lente óptica progressiva multifocal, antes afinando as lentes para o tamanho da armação da lente para montagem. Isso permite uma

pré-união de lentes brancas eletro-ativas, bem como ser capaz de manter em estoque brancos acabados eletro-ativos, mas não afinados, assim permitindo a fabricação dos óculos em pouco tempo em qualquer canal de distribuição, incluindo os consultórios do médico ou do oculista. Isto permitirá a todos os que executam óptica serem capazes de oferecer serviço rápido com necessidades mínimas de equipamento de fabricação caros. Isto beneficia os fabricantes, os varejistas e seus pacientes, os consumidores.

Considerando o tamanho do campo parcial, foi mostrado, por exemplo, em uma modalidade inventiva que a região específica do campo parcial poderia ser um desenho redondo centrado ou descentralizado de 35 mm de diâmetro. Deve-se frisar que o tamanho do diâmetro pode variar dependendo das necessidades. Em certas modalidades inventivas 22 mm, 28 mm e 36 mm diâmetros redondos são utilizados.

O tamanho do campo parcial pode depender da estrutura da camada eletro-ativa e/ou do campo eletro-ativo. Pelo menos duas dessas estruturas são contempladas como dentro do escopo da presente invenção, a saber, uma estrutura eletro-ativa de uma única interconexão e uma estrutura eletro-ativa multi-grade.

A Figura 17 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 1700 tendo uma estrutura de interconexão única. A lente 1700 inclui uma lente óptica 1710 e uma camada eletro-ativa 1720. Dentro da camada eletro-ativa 1720, um isolador 1730 separa um campo parcial ativado 1740 de um campo não ativado enquadrado (ou região) 1750. Uma única interconexão de fio 1760 conecta o

campo ativado a uma fonte de energia e/ou controlador. Observe que na maioria, se não na totalidade, de modalidades, uma estrutura de interconexão única tem um único par de condutores elétricos que o acoplam a uma fonte  
5 de alimentação.

A Figura 18 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 1800 tendo uma estrutura multi-grade. A lente 1800 inclui uma lente óptica 1810 e uma camada eletro-ativa 1820. Dentro da camada  
10 eletro-ativa 1820, um isolador 1830 separa um campo parcial ativado 1840 de um campo não ativado enquadrado (ou região) 1850. Uma pluralidade de interconexões de fio 1860 conectam o campo ativado a uma fonte de alimentação e/ou um controlador.

15 Quando da utilização dos diâmetros menores para o campo parcial, foi descoberto que a diferencial de espessura eletro-ativa da borda ao centro da região específica do campo parcial quando da utilização de uma única estrutura eletro-ativa de interconexão pode ser  
20 minimizada. Isto tem um papel muito positivo na minimização das necessidades de potência elétrica, bem como o número de camadas eletro-ativas necessárias, especialmente para a estrutura de interconexão única. Isto não é sempre o caso para a região específica de campo parcial através do qual  
25 ele utiliza uma estrutura eletro-ativa multi-grade. Quando da utilização de uma única estrutura eletro-ativa de interconexão, em muitas modalidades inventivas, mas não em todas, múltiplas estruturas eletro-ativas de interconexão são acomodadas dentro ou na lente de modo a permitir que

múltiplas camadas eletro-ativas criem, por exemplo, uma potência eletro-ativa combinada total de +2,50D. Neste exemplo inventivo apenas, cinco +0,50D camadas de interconexão únicas poderiam ser colocadas uma no topo de cada uma separada apenas na maioria dos casos por camadas de isolamento. Desta forma, a potência elétrica apropriada pode criar a mudança de índice de refração necessária para cada camada por meio da minimização das necessidades elétricas de uma camada de interconexão única espessa que em alguns casos seria difícil de energizar apropriadamente.

Deve ser ainda ressaltado na invenção, certas modalidades tendo múltiplas camadas eletro-ativas de interconexão única podem ser energizados em uma seqüência programada para permitir que se tenha a capacidade de focar por uma faixa de distâncias. Por exemplo, duas camadas eletro-ativas de interconexão única de +0,50D poderiam ser energizados, criando um foco intermediário de +1,00 para permitir um presbíopo de +2,00D ver uma distância de ponta de dedo e depois duas camadas eletro-ativas de interconexão únicas de +0,50D adicionais poderiam ser energizadas para dar ao presbíopo de +2,00D a capacidade de ler tão próximo quanto 40.64 cm. Deve ser compreendido que o número exato de camadas eletro-ativas, bem como a potência de cada camada, pode variar dependendo do desenho óptico, bem como a potência total necessária para cobrir uma faixa específica de distâncias de visão próxima e intermediária para um presbíopo específico.

Portanto, em certas outras modalidades inventivas, uma combinação de um ou mais camadas eletro-ativas de

interconexão única estão presentes na lente em combinação com uma camada estrutural eletro-ativa multi-grade. Mais uma vez, isto dá a capacidade de focar por uma faixa de distâncias intermediárias e próximas supondo a programação apropriada. Finalmente, em outras modalidades inventivas, apenas uma estrutura eletro-ativa multi-grade é utilizada quer em uma lente híbrida ou não-híbrida. De qualquer forma, a estrutura eletro-ativa multi-grade em combinação de um controlador de óculos eletro-ativos apropriadamente programado, e/ou um ou mais componentes de controlador, permitiria a capacidade de focar por uma ampla gama de distâncias intermediárias e próximas.

Também, brancos de lente eletro-ativas semi-acabadas que permitiriam a superficiação também estão dentro do escopo da invenção. Neste caso, quer uma camada eletro-ativa de campo parcial descentrado, centrado, incorporado com o branco, ou uma camada eletro-ativa de campo integral é incorporada com o branco e depois superficializada para corrigir a receita necessária.

Em certas modalidades o campo eletro-ativo de potência variável está localizado sobre a lente inteira e se ajusta como uma modificação de potência esférica constante por toda a superfície da lente para acomodar o funcionamento de necessidades de enfoque de visão próxima. Em outras modalidades, o campo de potência variável ajusta sobre a lente inteira como uma mudança de potência esférica constante enquanto ao mesmo tempo cria um efeito de potência periférica asférica para reduzir a distorção e aberrações. Em algumas das modalidades mencionadas acima, a

potência de distância é corrigida por meio de brancos de visão única, de lentes acabadas multifocais, ou da lente óptica progressiva multifocal. A camada óptica eletro-ativa corrige essencialmente as necessidades de foco de distância de trabalho. Deve ser observado que isto nem sempre é o caso. É possível, em alguns casos, utilizar quer uma lente óptica de visão simples, uma lente óptica acabada multifocal, ou uma lente óptica progressiva multifocal para potência esférica de distância apenas e corrigir a potência de trabalho de visão próxima e o astigmatismo através da camada eletro-ativa ou utilizar quer a lente óptica de visão única ou a lente óptica multifocal para corrigir o astigmatismo apenas e corrigir a potência de espera e a potência de trabalho de visão próxima através da camada eletro-ativa. Também, é possível utilizar uma lente óptica acabada multifocal, de visão simples, plano, ou uma lente óptica multifocal progressiva e corrigir a esfera de distância e as necessidades de astigmatismo por meio da camada eletro-ativa.

Deve ser acentuado que com a invenção, a correção de potência necessária, seja ela prismática, esférica ou asférica, bem como as necessidades de potência de distância total, necessidades de potência de faixa média e as necessidades de potência de ponto próximos, podem ser efetuadas por meio de qualquer número de componentes de potência aditivos. Estes incluem a utilização de uma lente óptica de visão única ou multifocal acabada fornecendo todas as necessidades de potência esférica de distância, algumas das necessidades de potência esférica de distância,

a totalidade das necessidades de potência astigmáticas, algumas das necessidades de potência astigmática, a totalidade das necessidades de potência prismática, algumas das necessidades de potência prismática, ou qualquer  
5 combinação do que antecede quando combinado com a camada eletro-ativa, fornecerá as necessidades de enfoque total.

Foi descoberto que a camada eletro-ativa permite a utilização de técnicas assemelhadas à correção óptica adaptiva para maximizar a visão através de lentes eletro-  
10 ativas quer antes ou após a fabricação final. Isto pode ser feito por meio da permissão ao paciente ou usuário pretendido de olhar através da lente ou das lentes eletro-ativas especiais que quase instantaneamente medirão o erro de refração convencional e/ou não convencional e corrigirão  
15 quaisquer erros de refração restantes seja ele esférico, astigmático, aberrações, etc. Esta técnica permitirá ao usuário atingir visão 20/10 ou melhor em muitos casos.

Portanto, deve ser notado que em certas modalidades uma camada de lente de potência Fresnel é utilizada juntamente  
20 com o branco de lente de visão única ou multifocal bem como a camada eletro-ativa. Por exemplo: a camada Fresnel é utilizada para fornecer potência esférica e assim reduzir espessura da lente, a lente óptica de visão única para corrigir astigmatismo, e a camada eletro-ativa para  
25 corrigir para as necessidades de enfoque de distância média e próxima.

Como foi discutido acima, em outra modalidade uma óptica de difração é utilizada juntamente com a lente óptica de visão única e a camada eletro-ativa. Nesta



abordagem a óptica de difração, que provê correção de foco adicional, ainda reduz a necessidade da potência elétrica, circuitos e espessura da camada eletro-ativa. Mais uma vez, a combinação de quaisquer duas ou mais do seguinte pode ser

5 utilizada de uma maneira aditiva para prover a potência aditiva total para as necessidades de potência de correção especular. Estas sendo uma camada Fresnel, de visão única convencional ou não, ou óptica de lente multifocal, camada óptica de difração, e camada ou camadas eletro-ativas.

10 Ainda mais, é possível através de um processo de causticação impor um formato e/ou um efeito de camada Fresnel ou de difração dentro do material eletro-ativo de modo a criar uma óptica eletro-ativa híbrida ou não-híbrida tendo um componente de difração ou Fresnel. Portanto, é

15 possível utilizar a lente eletro-ativa para criar não apenas potência de lente convencional, mas também potência prismática.

Também foi descoberto que a utilização de um desenho de lente eletro-ativa específica de campo parcial híbrido

20 centrada arredondada de diâmetro aproximado de 22 mm ou de 35 mm ou um desenho específico de campo parcial eletro-ativo descentralizado ajustável sendo de aproximadamente 30 mm de diâmetro, é possível minimizar as necessidades de circuito de potência elétrica, vida de bateria e tamanho da

25 bateria, reduzindo os custos de fabricação e melhorando a transparência óptica da lente especular eletro-ativa final.

Em uma modalidade inventiva, a lente eletro-ativa específica de campo parcial descentralizado está localizada tal que o centro óptico deste campo está localizado

aproximadamente 5 mm abaixo do centro óptico da lente de visão única, enquanto ao mesmo tempo ter o campo parcial eletro-ativo de distância de trabalho próxima sendo descentralizado nasalmente ou temporalmente para satisfazer a distância pupilar de faixa de trabalho próxima a intermediária correta do paciente. Deve-se observar que tal abordagem de desenho não está limitado a um desenho circular mas poderia ser virtualmente qualquer formado que permitisse a área de campo visual eletro-ativo apropriada necessária para as necessidades de visão. Por exemplo, o desenho poderia ser oval, retangular, quadrado, octagonal, parcialmente curvo, etc. O que é importante é a colocação apropriada da área de visão seja para os desenhos específicos de campo parcial híbrido ou para os desenhos de campo integral híbrido que têm a capacidade de alcançar campos parciais bem como desenhos de campo integral não-híbrido que também têm a capacidade de alcançar campos parciais.

Ainda, foi descoberto que a camada eletro-ativa em muitos casos (mas não em todos) é utilizada tendo uma espessura desigual. Isto é, as camadas circundantes condutivas e metálicas não são paralelas e a espessura do polímero de gel varia para criar um formato de lente convergente ou divergente. É possível empregar tal camada eletro-ativa de espessura não uniforme em uma modalidade não-híbrida ou em um modo híbrido com uma visão única ou uma lente óptica multifocal. Isto apresenta uma ampla variedade de potências de lente ajustáveis através de várias combinações dessas lentes fixas e eletricamente

ajustáveis. Em algumas modalidades inventivas, a camada eletro-ativa de interconexão única utiliza lados não paralelos que criam uma espessura não uniforme da estrutura eletro-ativa. No entanto, na maioria das modalidades inventivas, mas não em todas, a estrutura eletro-ativa multi-grade utiliza uma estrutura paralela, que cria uma espessura uniforme da estrutura eletro-ativa.

Para ilustrar algumas das possibilidades, uma lente óptica de visão única convergente pode ser ligada a uma lente eletro-ativa convergente para criar um conjunto de lente híbrida. Dependendo do material da lente eletro-ativa utilizado, a voltagem elétrica pode aumentar ou reduzir o índice de refração. Ajustar a voltagem para cima para reduzir o índice de refração modificaria a potência do conjunto de lente final para dar menos potência mais, como é mostrado na primeira linha da Tabela 1 para diferentes combinações de potência de lente eletro-ativa e fixa. Se ajustar a voltagem aplicada para cima aumenta o índice de refração da lente óptica eletro-ativa, a potência do conjunto de lente híbrida final muda como é mostrado na Tabela 2 para diferentes combinações de potência de lente eletro-ativa e fixa. Deve-se observar que, nesta modalidade da invenção, apenas uma única diferença de voltagem aplicada é necessária através da camada eletro-ativa.

Tabela 1

Lente óptica S.V ou M.F. (Visão de	Potência da Lente Eletro- ativa	Mudança de Voltagem	Índice de Mudança de Refração	Potência do Conjunto de Lente Híbrida Final
---	--	------------------------	-------------------------------------	--

Distância)				
+	+	-	-	Menos mais
+	-	-	-	Mais Mais
-	+	-	-	Mais Menos
-	-	-	-	Menos Menos

Tabela 2

Lente Óptica S.V ou M.F. (Visão de Distância)	Potência da Lente Eletro- ativa	Mudança de Voltagem	Índice De Mudança De Refração	Potência do Conjunto de Lente Híbrida Final
+	+	-	-	Mais Mais
+	-	-	-	Menos mais
-	+	-	-	Menos Menos
-	-	-	-	Mais Menos

Um processo de fabricação possível para tal conjunto híbrido segue. Em um exemplo, a camada de gel de polímero eletro-ativo pode ser moldado por injeção, fundido, estampado, maquinado, torneado por diamante, e/ou polido em um formato de lente óptica de rede. A camada metálica fina é depositada sobre ambos os lados da camada de gel de polímero moldado por injeção ou fundido por, por exemplo, borrifamento ou deposição por vácuo. Em outra modalidade exemplar, a camada metálica fina depositada é colocada tanto na lente óptica como no outro lado da camada de material eletro-ativo moldado por injeção ou fundido. Uma camada condutora pode não ser necessária, mas se o for, ela também pode ser depositada por vácuo ou borrifada sobre a camada metálica.

Diferentemente das lentes bifocais convencionais, multifocais ou progressivas em que os segmentos de potência de visão próxima precisam ser posicionados diferentemente para diferentes desenhos multifocais, a invenção sempre  
5 pode ser colocada em um local comum. Pois diferentemente das zonas de potência estáticas diferentes utilizadas pela abordagem convencional, em que o olho move-se e a cabeça inclina-se para utilizar tal zona ou zonas, a presente invenção permite que se olhe direto à frente ou  
10 ligeiramente para cima ou para baixo, e o campo integral ou parcial eletro-ativo inteiro ajusta-se para corrigir a distância de trabalho próxima necessária. Isto reduz a fadiga ocular e os movimentos da cabeça e do olho. Ainda mais, quando é preciso olhar na distância a camada eletro-  
15 ativa ajustável ajusta-se à potência correta necessária para ver claramente o objeto distante. Na maioria dos casos, isto faria com que o campo de distância de trabalho próxima ajustável eletro-ativa tornasse de potência plano, assim convertendo ou ajustando a lente eletro-ativa híbrida  
20 de volta a uma lente de correção de visão de distância ou uma potência de distância de correção de lente progressiva multifocal de potência baixa. No entanto, este não é sempre o caso.

Em alguns casos pode ser vantajoso reduzir a espessura  
25 da lente óptica de visão única. Por exemplo, a espessura central de uma lente mais, ou a espessura de borda de uma lente menos, pode ser reduzida por meio de alguma compensação de potência de distância apropriada na camada ajustável eletro-ativa. Isto aplicaria-se a um campo

integral ou lente especular eletro-ativa híbrida de campo essencialmente integral ou em todos os casos de uma lente especular eletro-ativa não-híbrida.

5 Mais uma vez, deve ser frisado que a camada eletro-ativa ajustável não tem de ser localizada em uma área limitada mas poderia abranger a totalidade da lente óptica de visão única ou multifocal, qualquer que seja o tamanho da área ou o formato necessário de cada uma. O tamanho geral exato, formato e localização da camada eletro-ativa é  
10 restringido apenas devido ao desempenho e à estética.

Também foi descoberto e é parte da invenção que pela utilização das curvas côncavas traseiras e convexas frontais apropriadas do branco de lente multifocal ou de  
15 visão única é possível ainda reduzir a complexidade da eletrônica necessária para a invenção. Por meio da seleção apropriada das curvas base convexas frontais do branco de lente de visão única ou multifocal é possível minimizar o número de eletrodos de conexão necessários para ativar a  
camada eletro-ativa. Em algumas modalidades, apenas dois  
20 eletrodos são necessários pois a área do campo eletro-ativo inteira é ajustada por uma quantidade fixada de energia elétrica.

Isto ocorre devido a mudança do índice de refração do material eletro-ativo, que cria, dependendo da colocação da  
25 camada eletro-ativa, uma potência diferente na frente, no verso ou no meio da camada eletro-ativa. Assim o relacionamento de curvatura apropriado das curvas frontal e de verso de cada camada influencia o ajustamento de potência necessário da lente híbrida eletro-ativa ou não-

híbrida. Na maioria, mas não em todos, os desenhos híbridos, especialmente aqueles que não utilizam um componente de difração ou Fresnel, é importante que a camada eletro-ativa não tenha suas curvas de frente e de verso paralelas àquela do branco semi-acabado multifocal ou de visão única ou o branco de lente acabada multifocal ou de visão única ao qual está afixado. Uma exceção a isto é o desenho híbrido que utiliza uma estrutura multi-grade.

Deve-se frisar que uma modalidade é de uma lente eletro-ativa híbrida que utiliza menos do que a abordagem de campo integral e um mínimo de dois eletrodos. Outras modalidades utilizam uma abordagem de camada eletro-ativa multi-grade para criar a camada eletro-ativa em cujo caso múltiplos eletrodos e circuitos elétricos serão necessários. Quando da utilização de uma estrutura eletro-ativa multi-grade, foi descoberto que para as fronteiras das grades que foram ativadas eletricamente para serem aceitáveis cosmeticamente (quase invisível), pode ser necessário produzir um diferencial de índice de refração entre grades adjacentes de zero a ,02 unidades de diferença de índice de refração. Dependendo das necessidades cosméticas, a faixa de diferencial de índice de refração poderia ser de 0,01 a 0,05 unidades de diferencial de índice de refração mas nas modalidades mais inventivas a diferença é limitada, por meio de um controlador a um máximo de 0,02 ou 0,03 unidades de diferença de índice de refração entre áreas adjacentes.

Também é possível utilizar uma ou mais camadas eletro-ativas tendo diferentes estruturas eletro-ativas como uma

estrutura de interconexão única e/ou uma estrutura multi-grade, que pode reagir conforme necessário uma vez energizada para criar a potência de foco terminal aditivo desejado. Por exemplo apenas, poder-se-ia corrigir para a  
5 potência de distância de um campo integral por meio do anterior (camada eletro-ativa, distal com relação aos olhos do usuário) e utilizar a posterior (isto é, proximal) camada eletro-ativa para focar para a faixa de visão próxima utilizando uma abordagem específica de campo  
10 parcial gerada pela camada posterior. Deve tornar-se prontamente aparente que a utilização desta abordagem de camada eletro-ativa multi permitirá maior flexibilidade enquanto mantém as camadas extremamente finas e reduz a complexidade de cada camada individual. Ainda mais, esta  
15 abordagem permite o seqüenciamento das camadas individuais em tanto quanto puder energizá-los de uma vez, para gerar um efeito de potência de foco aditivo variável simultâneo. Este efeito de foco variável pode ser produzido em uma seqüência de tempo decorrido, de modo a corrigir para as  
20 necessidades de foco de faixa intermediária e necessidades de foco de faixa de visão próxima ao olharmos do distante para o próximo e depois criar o efeito inverso ao se olhar do próximo para o distante.

A abordagem de camada eletro-ativa multi também  
25 permite tempo de resposta de potência de foco eletro-ativo mais rápido. Isto ocorre devido a uma combinação de fatores, um sendo a espessura material eletro-ativa reduzida necessária para cada camada da lente em camadas eletro-ativas multi. Também, como a lente eletro-ativa



multi permite quebrar a complexidade de uma camada eletro-ativa mestra em duas ou mais camadas individuais menos complexas que são solicitadas a fazer menos individualmente que a camada eletro-ativa mestra.

5 O que segue descreve os materiais e a construção da lente eletro-ativa, seu circuito de fiação elétrica, a fonte de energia elétrica, a técnica de comutação elétrica, o software necessário para o ajustamento do comprimento focal, e a faixa de distância ao objeto.

10 A Figura 19 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar de uma camada eletro-ativa 1900. Afixado a ambos os lados de um material eletro-ativo 1910 há camadas metálicas 1920. Afixado ao lado oposto de cada camada metálica 1920 há camadas condutoras 1930.

15 A camada eletro-ativa discutida acima é uma construção multicamada que consiste quer de um gel de polímero ou cristal líquido como o material eletro-ativo. No entanto, em certos casos inventivos tanto uma camada eletro-ativa de gel de polímero como uma camada eletro-ativa de cristal  
20 líquido são utilizadas dentro da mesma lente. Por exemplo: a camada de cristal líquido pode ser utilizada para criar uma tintura eletrônica ou efeito de vidro solar e a camada de gel de polímero pode ser utilizada para acrescentar ou subtrair potência. Tanto o gel de polímero como o cristal  
25 líquido têm a propriedade de que seu índice óptico de refração pode ser modificado por uma voltagem elétrica aplicada. O material eletro-ativo é coberto por duas camadas metálicas quase transparentes em cada lado, e uma camada condutora é depositada em cada camada metálica para

fornecer boa conexão elétrica a estas camadas. Quando uma voltagem é aplicada através das duas camadas condutoras, um campo elétrico é criado entre elas e através do material eletro-ativo, mudando o índice de refração. Na maioria dos casos, o cristal líquido e em alguns casos os gels são acomodados em um envelope de encapsulamento selado de um material selecionado de silicones, polimetacrilatos, estireno, prolina, cerâmica, vidro, nylon, mylar e outros.

A Figura 20 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2000 tendo uma estrutura multi-grade. A lente 2000 inclui um material eletro-ativo 2010 que pode, em algumas modalidades, definir uma pluralidade de pixels, cada um dos quais pode ser separado por um material tendo propriedades isolantes elétricas. Assim, o material eletro-ativo 2010 pode definir um número de zonas adjacentes, cada zona contendo um ou mais pixels.

Afixado a um lado do material eletro-ativo 2010 há uma camada metálica 2020 que tem uma matriz de grade de eletrodos metálicos 2030 separada por um material. (não mostrado) de material eletro-ativo 2010 há uma camada metálica simetricamente idêntica 2020. Assim, cada pixel eletro-ativo é casado a um par de eletrodos 2030 para definir um par de elementos de grade.

Afixado à camada metálica 2020 há uma camada condutora 2040 tendo uma pluralidade de vias de interconexão 2050 cada uma separada por um material (não mostrado) tendo propriedades isolantes elétricas. Cada via de interconexão 2050 acopla eletricamente um par de elementos de grade a

uma fonte de alimentação e/ou o controlador. Em uma modalidade alternativa, algumas e/ou todas as vias de interconexão 2050 podem conectar mais de um par de elementos de grade a uma fonte de alimentação e/ou controlador.

Deve ser observado que em algumas modalidades, a camada metálica 2020 é eliminada. Em outras modalidades, a camada metálica 2020 é substituída por uma camada de alinhamento.

Em certas modalidades inventivas a superfície frontal (distal), a superfície intermediária e/ou a superfície de verso podem ser feitas de um material que compreende um componente fotocromático convencional. Este componente fotocromático pode ou não ser utilizado com um recurso de tintura produzido eletronicamente associado como parte da lente eletro-ativa. No evento de ser utilizado, forneceria uma tintura aditiva em uma maneira complementar. Deve-se ressaltar, contudo, em muitas modalidades inventivas o material fotocromático é utilizado unicamente com a lente eletro-ativa sem um componente de tintura eletrônica. O material fotocromático pode ser incluído em uma camada de lente eletro-ativa por meio da composição de camada ou acrescentado posteriormente à camada eletro-ativa ou acrescentado como parte de uma camada externa quer na frente ou no verso da lente. Ainda mais, as lentes eletro-ativas da invenção podem ser revestidas rigidamente de frente, de verso, ou ambos podem ser revestidos com um revestimento anti-reflexão conforme desejado.

A construção é referida como um subconjunto e ele pode ser controlado eletricamente para criar quer uma potência prismática, uma potência esférica, uma correção de potência astigmática, uma correção asférica, ou correção de aberração do usuário. Ainda mais, o subconjunto pode ser controlada para imitar a superfície Fresnel ou de difração. Em uma modalidade, se mais de um tipo de correção é necessária, dois ou mais subconjuntos podem ser justapostos, separados por uma camada eletricamente isolante. A camada isolante pode ser compreendida de óxido de silicone. Em outra modalidade, o mesmo subconjunto é utilizado para criar correções de potência múltiplas. Qualquer uma das duas modalidades de subconjuntos que acabamos de discutir podem ser feitas de duas estruturas diferentes. A primeira modalidade estrutural permite que cada uma das camadas, a camada eletro-ativa, condutora e metal, são contíguas, isto é, camadas contínuas de material, assim formando uma estrutura de interconexão única. A segunda modalidade estrutural (como é mostrado na Figura 20) utiliza camadas metálicas na forma de uma grade ou matriz, com cada área de sub-matriz isolada eletricamente de seus vizinhos. Nesta modalidade que mostra uma estrutura eletro-ativa multi-grade, as camadas condutoras são causticadas para fornecer contatos elétricos separados ou eletrodos a cada sub-matriz ou elemento de grade. Desta maneira, voltagens separadas e distintas podem ser aplicadas através de cada par de elementos de grade na camada, criando regiões de diferentes índices de refração na camada de material eletro-ativo. Os detalhes do desenho,

incluindo a espessura da camada, o índice de refração, voltagens, materiais eletro-ativos candidatos, estrutura da camada, número de camadas ou componentes, disposição das camadas ou componentes, curvatura de cada camada e/ou  
5 componentes é deixado para o projetista óptico decidir.

Deve ser observado que nem a estrutura eletro-ativa multi-grade nem as estruturas eletro-ativas de interconexão única podem ser utilizados como um campo de lente parcial ou um campo de lente integral. Contudo, quando uma camada  
10 eletro-ativa específica de campo parcial é utilizada, na maioria dos casos, um material eletro-ativo tendo um índice de refração casado de perto com aquele da camada não ativada eletro-ativa específica de campo parcial (a camada de enquadramento) é utilizada lateralmente adjacente e  
15 separada da região eletro-ativa específica de campo parcial por um isolador. Isto é feito para realçar a natureza cosmética da lente eletro-ativa por meio de manter a aparência de toda a camada eletro-ativa inteira aparecer como uma, no estado não ativado. Portanto, deve ser  
20 ressaltado que em certas modalidades, a camada de enquadramento é de um material não eletro-ativo.

O material de polímero pode ser de uma ampla variedade de polímeros em que o constituinte eletro-ativo é pelo menos 30% por peso da formulação. Tais materiais  
25 poliméricos eletro-ativos são bem conhecidos e estão comercialmente disponíveis. Exemplos deste material inclui os polímeros de cristal líquido como poliéster, polietar, poliamido penta ciano bifenil (PCB) e outros. Os gels de polímero também podem conter um material de matriz

termoconjunto para aprimorar a processabilidade do gel, melhorar sua adesão às camadas condutoras encapsuladoras, e melhorar a clareza óptica do gel. Por meio de exemplos apenas, esta matriz pode ser um acrilado de ligação  
5 cruzada, metacrilato, poliuretano, um polímero de vinil de ligação cruzada com um acrilato difuncional ou multifuncional, metacrilato ou derivativo de vinil.

A espessura da camada de gel pode ser, por exemplo, entre cerca de 3 microns a cerca de 100 microns, mas pode  
10 ser tão espessa quanto um milímetro, ou como outro exemplo, entre cerca de 4 microns a cerca de 20 microns. A camada de gel pode ter um módulo, por exemplo, de cerca de 45,35 quilos por 2,45 cm a cerca de 362,87 quilos por 2,45 cm, ou como outro exemplo, 90,71 quilos a 272,15 quilos por 2,45  
15 cm. A camada metálica pode ter uma espessura de, por exemplo, cerca de  $10^{-4}$  microns a cerca de  $10^{-2}$  microns e, como outro exemplo, de cerca de  $0,8 \times 10^{-3}$  microns a cerca de  $1,2 \times 10^{-3}$  microns. A camada condutora pode ter uma espessura da ordem de, por exemplo, 0,05 microns a cerca de  
20 0,2 microns, e como outro exemplo, de cerca de 0,8 microns a cerca de 0,12 microns, e ainda como outro exemplo, cerca de 0,1 microns.

A camada metálica é utilizada para fornecer bom contato entre a camada condutora e o material eletro-ativo.  
25 Aqueles habilitados na tecnologia reconhecerão prontamente os materiais metálicos apropriados que poderiam ser utilizados. Por exemplo, poder-se-ia utilizar ouro ou prata.

Em uma modalidade, o índice de refração do material eletro-ativo pode variar, por exemplo, entre cerca de 1,2 unidades e cerca de 1,9 unidades, e como outro exemplo, entre cerca de 1,45 unidades e cerca de 1,75 unidades, com a mudança no índice de refração de pelo menos 0,02 unidades por volt. A taxa de mudança no índice com voltagem, o efetivo índice de refração do material eletro-ativo e sua compatibilidade com o material matriz, determinará a composição percentual do polímero eletro-ativo dentro da matriz, mas deve resultar em uma mudança do índice de refração da composição final de não menos que 0,02 unidades por volta a uma voltagem base de cerca de 2,5 volts mas não superior a 25 volts.

Como foi discutido anteriormente com a modalidade inventiva que utiliza um desenho híbrido, as seções do conjunto de camada eletro-ativa são afixadas a uma lente óptica convencional com uma técnica adesiva ou de ligação que é transparente à luz visível. O conjunto de ligação pode ser por meio de papel de liberação ou película tendo a camada eletro-ativa pré-montada e afixada pronta para ligação à lente óptica convencional. Ela poderia ser produzida e aplicada à superfície da lente óptica em espera, in situ. Portanto, ela poderia ser aplicada pré-aplicada à superfície de uma pastilha de lente, que é então ligada adesivamente à lente óptica em espera. Ela poderia ser aplicada a um branco de lente semi-acabada que é posteriormente polida ou afinada para o tamanho e formato apropriados, bem como as necessidades de potência total apropriadas. Finalmente, ela poderia ser fundida sobre uma

lente óptica efetuada utilizando técnicas de SurfaceCasting. Isto cria a potência modificada eletricamente da invenção. A camada eletro-ativa pode ocupar toda a área da lente ou apenas uma parcela dela.

5 O índice de refração das camadas eletro-ativas podem ser alterados corretamente apenas para a área necessária a focar. Por exemplo, no desenho de campo parcial híbrido anteriormente discutido, a área de campo parcial seria  
10 ativada e alterada dentro desta área. Portanto, nesta modalidade o índice de refração é alterado em apenas uma região parcial específica da lente. Em outra modalidade, a de um desenho de campo integral híbrido, o índice de refração é alterado através de toda a superfície. De modo similar, o índice de refração é alterado através da área  
15 inteira no desenho não-híbrido. Como foi discutido anteriormente, foi descoberto que para manter uma aparência cosmética óptica aceitável o diferencial do índice de refração entre áreas adjacentes de uma óptica eletro-ativa deve ser limitada a um máximo de 0,02 unidades a 0,05  
20 unidades de diferencial de índice de refração, preferivelmente 0,02 unidades a 0,03 unidades.

É previsto dentro da invenção que em certos casos o usuário utilizaria um campo parcial e depois iria querer trocar a camada eletro-ativa para um campo integral. Neste  
25 caso, a modalidade seria desenhada estruturalmente para uma modalidade de campo integral; contudo, o controlador seria programada para permitir a troca das necessidades de potência de um campo integral para um campo parcial e de volta novamente, ou vice versa.



Para criar o campo elétrico necessário para estimular a lente eletro-ativa, a voltagem é entregue aos conjuntos ópticos. Isto é fornecido por feixes de fios de pequeno diâmetro, que estão contidos nas bordas dos aros dos óculos. Os fios passam de uma fonte de energia descrita abaixo dentro de um controlador de óculo eletro-ativo, e/ou um ou mais componentes do controlador, e para a borda do aro que circunda cada lente especular, onde técnicas de ligação de fio do estado da técnica utilizado na fabricação de semicondutores liga os fios a cada elemento de grade no conjunto óptico. Na modalidade estruturada de interconexão por um único fio, querendo dizer um fio por camada condutora, apenas uma voltagem por lente especular é necessária e apenas dois fios seriam necessários para cada lente. A voltagem seria aplicada a uma camada condutora, enquanto seu parceiro no lado oposto da camada de gel é mantido no potencial de terra. Em outra modalidade, uma voltagem de corrente alternada (AC) é aplicada através de camadas condutores opostas. Essas duas conexões são facilmente feitas na borda do aro ou próximo dele de cada lente especular.

Se for utilizada uma matriz de grade de voltagens, cada sub-área de grade na matriz é endereçada com uma voltagem distinta, e condutores conectam cada fio no aro a um elemento de grade na lente. Um material condutor opticamente transparente como óxido de índio, óxido de estanho, ou óxido de estanho índio (ITO) pode ser utilizado para formar a camada condutora do conjunto eletro-ativo que é utilizado para conectar os fios nas bordas do aro a cada

elemento de grade na lente eletro-ativa. Este método pode ser utilizado independentemente de se a área eletro-ativa ocupa toda a região da lente ou apenas uma parcela dela.

Para fornecer potência elétrica aos conjuntos ópticos, uma fonte de eletricidade, como uma bateria, é incluída no desenho. As voltagens para criar o campo elétrico são pequenos, daí, as hastes dos aros são projetados para permitir a inserção e a extração de baterias miniaturas que fornecem esta potência. As baterias são conectadas aos feixes de fio através de uma conexão multiplexadora também contida nas hastes do aro. Em outra modalidade, baterias de película fina conformal são afixadas à superfície das hastes do aro com um adesivo que permite que eles sejam removidos e substituídos quando sua carga é dissipada. Uma alternativa seria fornecer um adaptador AC com uma afiação às baterias montadas no aro para permitir o carregamento in situ das baterias de película fina conformal quando não estiverem em uso.

Uma fonte de energia alternada também é possível em que uma célula de combustível em miniatura poderia ser incluída nos aros dos óculos para fornecer maior armazenamento de energia do que as baterias. As células de combustível poderiam ser recarregadas com um pequeno recipiente de combustível que injeta o combustível dentro de um reservatório nos aros dos óculos.

Foi descoberto que é possível minimizar as necessidades de energia elétrica por meio da utilização de uma abordagem de estrutura multi-grade híbrida inventiva que compreende na maioria dos casos, mas não em todas, uma

região específica de campo parcial. Deve-se ressaltar, embora possa-se utilizar uma estrutura multi-grade de campo parcial híbrida, uma estrutura multi-grade de campo integral híbrido também pode ser utilizada.

5           Em outra abordagem inventiva, em que o erro de refração não convencional como aberrações é corrigido, um sistema de acompanhamento é embutido dentro dos óculos, como discutido acima, e o software ativador apropriado e a programação do controlador dos óculos eletro-ativos, e/ou  
10   um ou mais componentes do controlador, acomodados nos óculos eletro-ativos é fornecido. Esta modalidade inventiva tanto acompanha a linha de visão, por meio do acompanhamento dos olhos, e aplica a energia elétrica necessária à área específica da lente eletro-ativa que está  
15   sendo utilizada. Em outras palavras, à medida que o olho se move uma área eletricamente energizada alvo se moveria através da lente que corresponde à linha de visão dirigida através da lente eletro-ativa. Isto seria manifestado em  
20   vários desenhos de lente diferentes. Por exemplo, o usuário poderia ter uma lente de potência fixa, uma lente eletro-ativa, ou uma híbrida de ambos os tipos para corrigir o erro de refração convencional (esfera, cilindro e prisma). Neste exemplo, o erro de refração não convencional seria  
25   corrigido por meio da camada eletro-ativa ser de uma estrutura multi-grade pela qual, à medida que o olho move-se a região ativada correspondente da lente eletro-ativa moveria com o olho. Em outras palavras, a linha de visão do olho que corresponde ao movimento do olho, ao intersectar a

lente moveria através da lente em relacionamento com os movimentos do olho.

No exemplo inventivo acima, deve ser ressaltado que a estrutura eletro-ativa multi-grade, que é incorporada dentro ou na lente eletro-ativa híbrida pode ser de desenho de campo parcial ou de campo integral.

Deve ser ressaltado que, utilizando esta modalidade inventiva, pode-se minimizar as necessidades elétricas por meio apenas da energização elétrica da área limitada que está sendo diretamente utilizada. Portanto, quanto menor a área sendo energizada, menor a potência elétrica consumida para uma receita dada em qualquer uma ocasião. A área não diretamente visualizada não seria, na maioria dos casos mas não em todos, energizada ou ativada e assim, corrigiria o erro de refração convencional que obteria a correção de visão 20/20 para corrigir, por exemplo, miopia, hiperopia, astigmatismo e presbiopia. A área alvo e acompanhada nesta modalidade inventiva corrigiria tanto quanto possível o erro de refração não convencional, isso sendo astigmatismo irregular, aberrações, e irregularidades da superfície ou da camada ocular. Em outras modalidades inventivas a área alvo e acompanhada corrigiria também alguns erros convencionais. Em várias das modalidades mencionadas anteriormente, esta área alvo e acompanhada pode ser automaticamente localizada com o auxílio do controlador, e/ou um ou mais componentes do controlador, por meio quer de um telêmetro localizado nos óculos que acompanha os movimentos do olho, com um sistema de acompanhamento

localizado nos óculos ou tanto um sistema de acompanhamento e um sistema de telêmetro.

Embora apenas uma região eletro-ativa parcial seja utilizada em certos desenhos, a superfície inteira é coberta com o material eletro-ativo para evitar uma linha circular visível ao usuário na lente no estado não ativado. Em algumas modalidades inventivas, um isolador transparente é utilizado para manter a ativação elétrica limitada à área central que está sendo ativada, e o material eletro-ativo periférico não ativado é utilizado para manter a borda da região ativa invisível.

Em outra modalidade, matrizes de célula solar de película podem ser afixadas à superfície dos aros, e a voltagem é fornecida aos fios e à grade óptica pelo efeito fotoelétrica utilizando a luz solar ou a iluminação ambiente da sala. Em uma modalidade inventiva, as matrizes solares são utilizadas para a energia primária, com as baterias miniaturas discutidas anteriormente incluídas como energia de suporte. Quando a energia elétrica não é necessária as baterias podem ser carregadas a partir das células solares durante essas horas nesta modalidade. Uma alternativa permite um adaptador AC e afixação a baterias com este desenho.

Para fornecer um comprimento focal variável ao usuário, as lentes eletro-ativas são trocáveis. Pelo menos duas posições de comutação são fornecidas; contudo, mais são fornecidas se necessário. Na modalidade mais simples, as lentes eletro-ativas estão ligadas ou desligadas. Na posição desligada, nenhuma corrente flui através dos fios,

nenhuma voltagem é aplicada aos conjuntos de grade, e apenas a potência da lente fixa é utilizada. Isto seria o caso do usuário que necessitasse uma correção de distância de campo distante, por exemplo, supondo, naturalmente, que

5 a lente eletro-ativa híbrida utiliza um branco de lente de visão única ou multifocal ou óptica que corrige para visão distante como parte de sua construção. Para fornecer a correção de visão próxima para leitura, o comutador estaria ligado, fornecendo uma voltagem predeterminada ou uma

10 matriz de voltagens para as lentes, criando uma potência acrescentada positiva nos conjuntos eletro-ativos. Se uma correção de campo intermediário for desejado, uma terceira posição de comutador pode ser incluída. O comutador poderia ser controlado por microprocessador, ou controlado

15 manualmente pelo usuário. Na verdade, poderia haver várias posições adicionais incluídas. Em outra modalidade, o comutador é analógico e não digital, e fornece variação contínua do comprimento focal da lente ao ajustar um dial ou alavanca bastante assemelhado ao controle de volume no

20 rádio.

Pode ser o caso que nenhuma potência de lente fixa seja parte do desenho, e toda a correção de visão é feita através da lente eletro-ativa. Nesta modalidade, uma voltagem ou uma malha de voltagens é fornecida à lente

25 sempre se tanto uma correção de visão distante como próxima é necessitada pelo usuário. Se apenas a correção distante ou a acomodação para a leitura é necessitada pelo usuário, a lente eletro-ativa estaria ativada quando a correção é necessitada e desligada quando nenhuma correção é

necessária. No entanto, este não é sempre o caso. Em certas modalidades, dependendo do desenho da lente, desligar ou baixar a voltagem irá aumentar automaticamente a potência da distância e/ou as zonas de visão próximas.

5        Em uma modalidade exemplar, o próprio comutador está localizado no aro da lente especular e está conectado a um controlador, por exemplo, um Circuito Integrado de Aplicação Específica (ASIC) contido no aro dos óculos. Este controlador responde a posições diferentes do comutador ao  
10 regular as voltagens fornecidas da fonte de energia. Como tal, este controlador compõe o multiplexador discutido acima, que distribui várias voltagens aos fios de conexão. O controlador também pode ser de um desenho avançado na forma de uma película fina e ser montada como a bateria ou  
15 as células solares de conformidade ao longo da superfície do aro.

      Em uma modalidade exemplar, este controlador, e/ou um ou mais componentes do controlador, é fabricada e/ou  
programada com conhecimento dos requisitos de correção de  
20 visão do usuário, e permite ao usuário comutar facilmente entre diferentes malhas de voltagens pré-determinadas adaptadas para seus requisitos de visão individuais. Este controlador de óculo eletro-ativa, e/ou um ou mais componentes do controlador, é facilmente removida e/ou  
25 programada pelo especialista em cuidar da visão ou técnico e substituída e/ou reprogramada com uma novo controlador de "receita" quando mudarem os requisitos de correção de visão do usuário.

Um aspecto do comutador com base no controlador é que ele pode mudar a voltagem aplicada a uma lente eletro-ativa em menos de um microsegundo. Se a camada eletro-ativa for fabricada de um material de comutação rápida, é possível que a mudança rápida no comprimento focal das lentes possa atrapalhar a visão do usuário. Uma transição mais suave de um comprimento focal para outro pode ser desejável. Como um recurso adicional desta invenção, um "hiato de tempo" pode ser programado dentro do controlador que desaceleraria a transição. De modo inverso, um "tempo avançado" poderia ser programado dentro do controlador que aceleraria a transição. De modo similar, a transição poderia ser antecipada por um algoritmo de previsão.

Em qualquer caso, a constante de tempo da transição pode ser fixada de modo que ela é proporcional e/ou responde à mudança de refração necessária para acomodar a visão do usuário. Por exemplo, pequenas modificações na potência de foco poderia ser comutada com rapidez; enquanto uma grande mudança na potência de foco, como o usuário deslocar rapidamente seu olhar de um objeto distante para ler material impresso, poderia ser fixado para ocorrer por um período de tempo mais longo, digamos de 10 a 100 milisegundos. Esta constante de tempo poderia ser ajustável, de acordo com o conforto do usuário.

No caso, não é necessário que o comutador esteja no próprios óculos. Em outra modalidade exemplar, o comutador está em um módulo separado, possivelmente em um bolso da roupa do usuário, e é ativado manualmente. Este comutador poderia ser conectado aos óculos com um arame fino ou fibra



óptica. Outra modalidade do comutador contém um transmissor de curta distância de frequência de rádio ou de microonda pequeno que envia um sinal sobre a posição do comutador para uma minúscula antena receptora montada em conformidade  
5 no aro dos óculos. Em ambas essas configurações de comutador, o usuário tem o controle direto mas discreto sobre a variação no comprimento focal de seu óculo.

Em ainda outra modalidade exemplar, o comutador é automaticamente controlado por um dispositivo de telêmetro  
10 localizado, por exemplo, dentro do aro, no aro, na lente, e/ou na lente dos óculos, e apontando para a frente no sentido do objeto a ser percebido.

A Figura 21 é uma vista em perspectiva de outra modalidade inventiva dos óculos eletro-ativos 2100. Neste  
15 exemplo ilustrativo, os aros 2110 contêm lentes eletro-ativas 2120 que são conectadas por fios de conexão 2130 ao controlador 2140 (circuito integrado) e fonte de energia 2150. Um transmissor de telêmetro 2160 é afixado à outra lente eletro-ativa 2120. Em várias modalidades  
20 alternativas, o transmissor 2160 e/ou o receptor 2170 podem ser afixados a qualquer lente eletro-ativa 2120, afixado ao aro 2110, embutido na lente 2120, e/ou embutido no aro 2110. Ainda, o transmissor de telêmetro 2160 e/ou o receptor 2170 podem ser controlados pelo controlador 2140  
25 e/ou um controlador separado (não mostrado). De modo similar, os sinais recebidos pelo receptor 2170 podem ser processados pelo controlador 2140 e/ou um controlador separado (não mostrado).

Em qualquer caso, este telêmetro é um procurador ativo e pode utilizar várias fontes como: lasers, diodos emissores de luz, ondas de frequência de rádio, microondas, ou impulsos ultra-sônicos para localizar o objeto e determinar sua distância. Em uma modalidade, um laser emissor de superfície de cavidade vertical (VCSEL) é utilizado como o transmissor de luz. O pequeno tamanho e perfil plano desses dispositivos os torna atraente para esta aplicação. Em outra modalidade, um diodo emissor de luz orgânico, ou OLED, é utilizado como a fonte de luz para o telêmetro. A vantagem deste dispositivo é que OLEDs podem muitas vezes serem fabricados de um modo que eles ficam essencialmente transparentes. Assim, um OLED pode ser um desenho de telêmetro preferido se cosmética for uma preocupação, pois ele poderia ser incorporado dentro da lente ou do aro sem ser notado.

Um sensor apropriado para receber o sinal refletido do objeto é colocado em uma ou mais posições na frente dos aros da lente e conectados a um controlador minúsculo para calcular a distância. Esta distância é enviada através de um fio ou fibra óptica para o controlador de comutação localizado nos aros da lente ou em um remoto sem fio carregado na pessoa e analisado para determinar a comutação correta para aquela distância de objeto. Em alguns casos, o controlador de telêmetro e o controlador de comutação podem ser integradas juntas.

Em outra modalidade exemplar, o comutador pode ser controlado por um pequeno mas rápido movimento da cabeça do usuário. Isto seria feito pela inclusão de um minúsculo

microgiroscópio ou microacelerômetro na haste dos aros da lente. Um pequeno movimento rápido ou giro da cabeça dispararia o microgiro ou o microacelerômetro e fazer com que o comutador gire através de suas posições permitidas, mudando o foco da lente eletro-ativa para a correção desejada.

Ainda outra modalidade exemplar utiliza uma combinação de microgiroscópio com um comutador manual. Nesta modalidade, o microgiroscópio é utilizado mais para leitura e as funções visuais abaixo de 180° de modo a reagir à inclinação da cabeça. Assim, quando a cabeça inclina-se, o microgiroscópio envia um sinal ao controlador indicando o grau de inclinação da cabeça, que é então convertido em potência de foco maior, dependendo da severidade da inclinação. O comutador manual, que pode ser remoto, é utilizado para eliminar o microgiroscópio para certas funções visuais a 180 ou acima, como trabalhar em computador.

Em ainda outra modalidade exemplar, uma combinação de telêmetro e um microgiroscópio é utilizado. O microgiroscópio é utilizado para a visão próxima, e outras funções de visão abaixo de 180 e são de distância de visualização de, por exemplo, 1,3 m ou menos.

Como uma alternativa ao comutador manual ou o desenho do telêmetro para ajustar a potência de foco do conjunto eletro-ativo, outra modalidade exemplar utiliza um acompanhador do olho para medir a distância interpupilar. Enquanto os olhos focam em objetos distantes ou próximos, a distância muda à medida que as pupilas convergem ou

divergem. Pelo menos dois diodos emissores de luz e pelo menos fotosensores adjacentes para detectar a luz refletida dos diodos vinda do olho são colocadas no aro interior próximo da ponte do nariz. Este sistema pode sentir a  
5 posição da borda da pupila de cada olho e converter a posição para uma distância interpupilar para calcular a distância do objeto do plano ocular do usuário. Em certas modalidades, três ou até quatro diodos emissores de luz e fotosensores são utilizados para acompanhar os movimentos  
10 do olho.

Além da correção da visão, a camada eletro-ativa também pode ser utilizada para dar a uma lente especular uma tintura eletro-crômica. Ao aplicar uma voltagem apropriada a um polímero gel ou camada de cristal líquido,  
15 um efeito de óculo contra sol pode ser dado à lente, que alterna a transmissão de luz um tanto através da lente. Esta intensidade de luz reduzida dá um efeito de "óculos de sol" à lente para o conforto do usuário em ambiente externo e brilhante. As composições de cristal líquido e polímeros  
20 de gel com alta polarizabilidade em resposta a um campo elétrico aplicado são muito atraentes para esta aplicação.

Em algumas modalidades inventivas, esta invenção pode ser utilizada em locais em que as variações de temperatura podem ser suficientemente grandes para afetar o índice de  
25 refração da camada eletro-ativa. Então, um fator de correção para todas as voltagens fornecidas para os conjuntos de grade teria de ser aplicada para compensar por este efeito. Um termistor miniatura, termoacoplador, ou outro sensor de temperatura montado dentro ou na lente e/ou

aro e conectado à fonte de energia sente mudanças na temperatura. O controlador converte essas leituras em mudanças de voltagem necessárias para compensar pela mudança no índice de refração do material eletro-ativo.

5        No entanto, em certas modalidades, o circuito eletrônico é efetivamente embutido dentro ou na superfície da lente para a finalidade de aumentar a temperatura da camada ou camadas eletro-ativas. Isto é feito para ainda  
10        reduzir o índice de refração das camadas eletro-ativas assim maximizando as mudanças de potência da lente. A temperatura maior pode ser utilizada quer com ou sem aumentos de voltagem, assim dando flexibilidade adicional em ser capaz de controlar e modificar a potência da lente por meio de mudanças no índice de refração. Quando a  
15        temperatura é utilizada, é desejável ser capaz de medir, obter retroalimentação e controlar a temperatura que foi aplicada deliberadamente.

      No caso quer de uma matriz de grade de campo integral ou parcial de regiões eletro-ativas endereçadas  
20        individualmente, muitos condutores podem ser necessários para multiplexar voltagens específicas do controlador para cada elemento de grade. Para facilidade de engenharia dessas interconexões, a invenção localiza o controlador na seção da frente do aro dos óculos, por exemplo, na área da  
25        ponte do nariz. Assim, a fonte de energia, que está localizada na haste, será conectada ao controlador por apenas dois condutores através da dobradiça haste-aró frontal. Os condutores que ligam o controlador às lentes

podem ser totalmente contidos dentro da seção frontal do aro.

Em algumas modalidades da invenção, os óculos podem ter uma ou as duas hastes do quadro dos óculos, partes das  
5 quais são facilmente removíveis. Cada haste consistirá de duas partes: uma curta que permanece conectada à dobradiça e a seção de aro frontal e uma mais longa que se encaixa dentro desta peça. A parte não encaixada das haste contém  
10 cada uma fonte de energia elétrica (bateria, célula de combustível, etc.) e pode ser simplesmente removida e reconectada à parte fixa da haste. Essas hastes removíveis são recarregáveis, por exemplo, pela colocação em uma unidade de carregamento AC portátil que carrega por fluxo de corrente direta, por indução magnética, ou por qualquer  
15 outro método de recarregamento comum. Desta maneira, as hastes de substituição integralmente carregadas podem ser conectadas aos óculos para fornecer ativação contínua e de longo prazo das lentes e do sistema de medição da distância. Na verdade, várias hastes de substituição podem  
20 ser carregadas pelo usuário no bolso ou na bolsa para este fim.

Em muitos casos, o usuário irá necessitar de correção esférica para a visão distante, próxima e/ou intermediária. Isto permite uma variação da lente de malha de grade  
25 inteiramente interconectada, que tira proveito da simetria esférica da óptica corretiva necessária. Neste caso, uma grade de formato geometricamente especial que consiste de anéis concêntricos de regiões eletro-ativas podem compreender quer a região parcial ou a lente de campo

integral. Os anéis podem ser circular ou não circular como, por exemplo, elíptico. Esta configuração serve para reduzir substancialmente o número de regiões eletro-ativas necessárias que precisam ser endereçadas separadamente por

5 conexões de condutores com voltagens diferentes, grandemente simplificando o circuito de interconexão. Este desenho permite a correção do astigmatismo ao empregar um desenho de lente híbrida. Neste caso, a óptica convencional pode fornecer correção cilíndrica e/ou astigmática, e a

10 camada eletro-ativa de anel concêntrico pode fornecer a distância esférica e/ou a correção de visão próxima. Esta modalidade de anel concêntrico, ou zona toroidal grande flexibilidade ao adaptar o foco eletro-ativo às necessidades do usuário. Dada a simetria da zona circular,

15 zonas muito mais finas podem ser fabricadas sem aumentar a complexidade de fiação e de interconexão. Por exemplo, uma lente eletro-ativa feita de uma malha de 4.00 pixels quadrados exigirá fiação para endereçar todas as 4.000 zonas, uma necessidade de cobrir uma área da região parcial

20 circular de 35 milímetros de diâmetro produzirá um nível de pixel de cerca de 0,5 milímetros. Por outro lado, uma óptica adaptiva feita de um padrão de anéis concêntricos do mesmo nível de 0,5 milímetros (ou espessura de anel) exigirá apenas 35 zonas toróides, grandemente reduzindo a

25 complexidade da fiação. De modo inverso, o nível de pixel (e a resolução) podem ser diminuídos para apenas 0,1 milímetro e apenas aumentam o número de zonas (e interconexões) para 175. A maior resolução das zonas podem traduzir em maior conforto para o usuário, pois a mudança

radial no índice de refração de zona para zona é mais suave e mais gradual. Naturalmente, este desenho se restringe àquelas correções de visão que são de natureza esférica.

Foi ainda descoberto que o desenho de anéis concêntricos pode personalizar a espessura dos anéis toróides de modo a colocar a resolução maior no raio onde ela é necessária. Por exemplo, se o desenho pedir superposição de fase, isto é, tirar proveito da periodicidade das ondas de luz para atingir maior potência de foco com materiais de variação de índice de refração limitada, pode-se desenhar uma malha com anéis mais estreitos na periferia e anéis mais largos no centro da região parcial circular da área eletro-ativa. Esta utilização sensata de cada pixel toróide produz a maior potência de foco obtida para o número de zonas utilizadas enquanto minimiza o efeito de alias presente em sistemas de baixa resolução que empregam superposição de fase.

Em outra modalidade desta invenção, pode ser desejado suavizar a transição acentuada da região de foco de campo distante para a região de foco de visão próxima em lentes híbridas que empregam uma área eletro-ativa parcial. Isto ocorre, naturalmente, na fronteira circular da região eletro-ativa. Para realizar isto, a invenção seria programada para ter regiões de potência menor para visão próxima na periferia da região eletro-ativa. Por exemplo, considere um desenho de anel concêntrico híbrido com uma região eletro-ativa de 35 mm de diâmetro, em que a lente de comprimento focal fixo fornece uma correção de distância, e a região eletro-ativa fornece uma correção presbiópica de



potência acrescentada de +2,50. Em vez de manter esta potência toda a distância até a periferia da região eletro-ativa, várias regiões toróides ou "bandas", cada uma contendo várias zonas de anéis concêntricos eletro-ativos endereçáveis, seriam programadas para ter potência decrescente nos diâmetros maiores. Por exemplo, durante a ativação uma modalidade pode ter um círculo central de 26 mm de diâmetro de potência acrescentada de +2,50, com uma banda coróide que se estende de 26 a 29 mm de diâmetro com potência acrescentada de +1,5, circundada por uma banda toróide que se estende de 32 a 35 mm de diâmetro com potência acrescentada de 1,0. Este desenho pode ser útil ao fornecer alguns usuários com uma experiência de uso mais agradável.

Quando da utilização de uma lente especular oftálmica, geralmente utiliza-se aproximadamente a metade superior da lente para visão distante. Aproximadamente 2 a 3 mm acima da linha média e 6 a 7 mm abaixo da linha média para visão de distância intermediária e de 7 a 10 mm abaixo da linha média para visão de distância próxima.

Aberrações criadas no olho parecem diferentes para distâncias do olho e precisam ser corrigidas de modo diferente. A distância do objeto que está sendo visualizado é diretamente relacionada à correção da aberração específica necessária. Portanto, uma aberração criada do sistema óptico do olho precisará aproximadamente a mesma correção para todas as distâncias longínquas, aproximadamente a mesma correção para todas as distâncias intermediárias, e aproximadamente a mesma correção para

todos os pontos de distância próxima. Portanto, a invenção permite o ajustamento eletro-ativo da lente para corrigir certas aberrações do olho, em três ou quatro seções da lente (seção distante, seção intermediária e seção

5 próxima), em oposição a tentar ajustar a lente eletro-ativa grade-a-grade à medida que o olho e a linha de visão do olho desloca-se através da lente.

A Figura 22 é uma vista frontal de uma modalidade de uma lente eletro-ativa 2200. Dentro da lente 2200 são

10 definidas várias regiões fornecendo diferentes correções de refração diferentes. Abaixo da linha média B-B, várias regiões corretivas de distância próxima 2210 e 2220 cada uma delas tendo uma potência corretiva diferente, são circundadas por uma única região corretiva de distância

15 intermediária 2230. Embora apenas duas regiões corretivas de distância próxima 2210 e 2220 são mostradas, qualquer número de regiões corretivas de distância próxima podem ser fornecidas. De modo similar, qualquer número de regiões corretivas de distância intermediária podem ser fornecidas.

20 Acima da linha média B-B, uma região corretiva de distância longínqua 2240 são fornecidas. As regiões 2210, 2220 e 2230 podem ser ativada de maneira de seqüência programada, para economizar potência por exemplo, ou em uma maneira liga-desliga estática similar a uma trifocal convencional.

25 Quando olhar de longínquo para próximo, ou de próximo para longínquo, a lente 2200 pode ajudar o foco do olho do usuário, ao suavizar a transição entre os vários comprimentos focais das várias regiões. Assim, o fenômeno de "salto de imagem" é aliviado ou grandemente reduzido.

Este melhoramento também é fornecido nas modalidades mostradas nas Figuras 23 e 24, abaixo.

A Figura 23 é uma vista frontal de uma modalidade de outra lente eletro-ativa 2300. Dentro da lente 2300 são  
5 definidas várias regiões fornecendo diferentes correções de refração. Abaixo da linha média C-C, uma única região corretiva de distância próxima 2310 é circundada por uma única região corretiva de distância intermediária 2320. Acima da linha média C-C, está localizada uma única região  
10 corretiva de distância longínqua 2330.

A Figura 24 é uma vista frontal de uma modalidade de outra lente eletro-ativa 2400. Dentro da lente 2400 são definidas várias regiões fornecendo diferentes correções de refração. Uma única região corretiva de distância próxima  
15 2410 está circundada por uma única região corretiva de distância intermediária, 2420, que é circundada por uma única região corretiva de distância longínqua 2430.

A Figura 25 é uma visão lateral de uma modalidade de outra lente eletro-ativa 2500. A lente 2500 inclui uma  
20 lente óptica convencional 2510 à qual várias regiões eletro-ativas de campo integral 2520, 2530, 2540 e 2550 são afixadas, cada uma separada das regiões adjacentes por camadas isolantes 2525, 2535 e 2545.

A Figura 26 é uma visão lateral de uma modalidade de  
25 outra lente eletro-ativa 2600. A lente 2600 inclui uma lente óptica convencional 2610 à qual várias regiões eletro-ativas de campo parcial 2620, 2630, 2640 e 2650 são afixadas, cada uma separada das regiões adjacentes pelas

camadas isolantes 2625, 2635 e 2645. A região de aro 2660 circunda as regiões eletro-ativas 2620, 2630, 2640 e 2650.

Retornando à discussão das lentes eletro-ativas de difração, uma lente eletro-ativa para corrigir um erro de refração pode ser fabricada utilizando uma camada eletro-ativa adjacente a uma lente de vidro, de polímero, ou de substrato plástico que é impressa ou causticada com um padrão de difração. A superfície da lente de substrato que tem a impressão de difração está diretamente em contato com o material eletro-ativo. Assim, uma superfície da camada eletro-ativa também é um padrão de difração que é a imagem espelho daquela na superfície do substrato da lente.

O conjunto age como uma lente híbrida, tal que a lente de substrato sempre fornece uma potência corretiva fixa, tipicamente para correção de distância. O índice de refração da camada eletro-ativa em seu estado não ativado é quase idêntico àquele da lente de substrato; esta diferença deve ser 0,05 unidades de índice ou menos. Assim, quando a lente eletro-ativa estiver não ativada, a lente de substrato e a camada eletro-ativa têm o mesmo índice, e o padrão de difração está sem energia, e não fornece correção (0,00 diópteros). Neste estado, a potência da lente de substrato é a única potência corretiva.

Quando a camada eletro-ativa é ativada, seu índice muda, e a potência de refração do padrão de difração torna-se aditivo para a lente de substrato. Por exemplo, se a lente de substrato tem uma potência de -3,50 diópteros, e a camada de difração eletro-ativa tem uma potência quando ativada de +2,00 diópteros, a potência total do conjunto de

lente eletro-ativa é de -1,50 diópteros. Desta forma, a lente eletro-ativa permite a visão próxima ou leitura. Em outras modalidades, a camada eletro-ativa no estado ativado pode ser casada em índice com a lente óptica.

5           Camadas eletro-ativas que utilizam cristais líquidos são birefringentes. Isto é, elas exibem dois comprimentos focais diferentes em seu estado não ativado quando expostas à luz não polarizada. Esta birefringência dá surgimento a  
10           imagens duplas ou desfocadas na retina. Há duas abordagens para resolver este problema. O primeiro requer que pelo menos duas camadas eletro-ativas sejam utilizadas. Uma é fabricada com as moléculas eletro-ativas alinhadas longitudinalmente na camada, enquanto a outra é fabricada com moléculas orientadas latitudinalmente em sua camada;  
15           assim, o alinhamento molecular nas duas camadas é ortogonal uma à outra. Desta maneira, ambas as polarizações da luz são focadas igualmente por ambas as camadas, e toda a luz é focada no mesmo comprimento focal.

          Isto pode ser efetuado ao simplesmente empilhar as  
20           duas camadas eletro-ativas alinhadas ortogonalmente ou por um desenho alternativo em que a camada central da lente é uma placa de dois lados, isto é, com padrões de difração idênticos causticados nos dois lados. Material eletro-ativo é então colocado em uma camada nos dois lados da placa  
25           central, assegurando que seus alinhamentos sejam ortogonais. Então um superestrado de capa é colocado sobre cada camada eletro-ativa para contê-la. Isto fornece um desenho mais simples do que superpor duas camadas distintas eletro-ativas/de difração uma em cima da outra.

Uma alternativa diferente requer o acréscimo de um cristal líquido colestérico ao material eletro-ativo para dar-lhe um grande componente quiral. Verificou-se que um certo nível de concentração quiral elimina a sensibilidade de polarização no plano, e torna desnecessário para duas camadas eletro-ativas de cristal líquido puramente nemáticos como um componente do material eletro-ativo.

Passando agora para os materiais utilizados para a camada eletro-ativa, exemplos das classes de material e os materiais eletro-ativos específicos que podem ser utilizados para a camada eletro-ativa e a lente da presente invenção estão listados abaixo. Afora os materiais de cristal líquido listados abaixo na classe I, geralmente referimos a cada uma dessas classes de materiais como gels de polímeros.

#### I) Cristais Líquidos

Esta classe inclui qualquer película de cristal líquido que forma fases nemáticas, esméticas ou colestéricas que possuem uma ordem de orientação de longa distância que pode ser controlada com um campo elétrico. Exemplos de cristais líquidos nemáticos são: pentil-ciano-bifenil (5BC), (n-octiloxi)-4-cianobifenil (8OCB). Outros exemplos de cristais líquidos são o  $n=3,4,5,6,7,8,9$  do composto 4-ciano-4-n-alkuilbifenils, 4-n-pentiloxi-bifenil, 4-ciano-4"-n-alkuil-p-terfenils, e misturas comerciais como E7, E36, E46 e a série ZLI feita pela BDH (British Drug House) -Merck.

## II) Polímeros Eletro-Ópticos

Esta classe inclui qualquer material polimérico óptico transparente como aqueles revelados em "Physical Properties of Polymers Handbook" de J.E. Mark, American Institute of Physics, Woodburry, New York, 1996, contendo moléculas tendo elétrons conjugados p polarizados assimétricos entre um grupo doador e um grupo aceitador (referido como um cromoforo) como aqueles revelados em "Organic Nonlinear Optical Materials" de Ch. Bosshard et al., Gordon and Breach Publishers, Amsterdam, 1995. Exemplos de polímeros são os seguintes: polistireno, policarbonato, polimetilmetacrilato, polivinilcarbazole, poliimida, polisilano. Exemplos de cromóforos são: paranitroanilina (PNA), vermelho 1 disperso (DR 1), 3-metil-4-metoxi-4'-nitrostilbene, dietilaminonitrostilbene (DANS), dietil-tio-ácido barbitúrico.

Polímeros eletro-ópticos podem ser produzidos por: a) seguindo uma abordagem hóspede/hospedeiro, b) pela incorporação covalente do cromoforo dentro do polímero (pendante e cadeia principal), e/ou c) por abordagens de endurecimento de treliça como ligação cruzada.

## III) Polímeros De Cristais Líquido

Esta classe inclui polímeros de cristal líquido (PLCs) que também são às vezes referidos como polímeros cristalinos líquidos, cristais líquido de massa molecular baixa, polímeros auto-reforçantes, compósitos-in situ, e/ou compósitos moleculares. PLCs são copolímeros que contêm simultaneamente seqüências relativamente rígidas e flexíveis como aquelas reveladas em "Liquid Crystalline

Polymers: From Structures to Applications" de W. Brostow, editado por A.A. Collyer, Elsevier, New York-London, 1992, Capítulo 1. Exemplos de PLCs são: polimetacrilato compreendendo o grupo lateral 4-cianofenil benzoato e outros compostos similares.

#### IV) Cristais Líquidos Dispersos De Polímeros

Esta classe inclui cristais líquidos dispersos de polímeros (PDLCS), que consiste de dispersões de gotículas de cristal líquido em uma matriz de polímero. Esses materiais podem ser feitos de várias maneiras: (i) por fases alinhadas curvilíneas nemáticas (NCAP), por separação de fase termicamente induzida (TIPS), separação de fase induzida por solvente (SIPS), e separação de fase induzida por polimerização (PIPS). Exemplos de PDLCS são: misturas de cristal líquido E7 (BDH-Merck) e NOA65 (Norland Products, Inc. NJ), misturas de E44 (BDH-Merck) e polimetilmetacrilato (PMMA), misturas de E49 (BDH-Merck) e PMMA; mistura do monômero dipentaeritrol hidroxil pentaacrilato, cristal líquido E7, N-vinilpirrolidone, N-fenilglicina, e o corante Rose Bengal.

#### V) Cristais Líquidos Estabilizados Por Polímeros

Esta classe inclui cristais líquidos estabilizados por polímeros (PSLCs), que são materiais que consistem de um cristal líquido em uma rede de polímero em que o polímero constitui menos de 10% por peso do cristal líquido. Um monômero fotopolimerizável é misturado com o cristal líquido e um iniciador de polimerização UV. Após o cristal líquido ser alinhado, a polimerização do monômero é iniciada tipicamente por exposição à UV e o polímero



resultante cria uma rede que estabiliza o cristal líquido. Para exemplos de PSLCs vide, por exemplo: C.M. Hudson et al. Optical Studies of Anisotropic Networks in Polymer-Stabilized Liquid Crystals, Journal of the Society for Information Display, vol. 5/3, 1-5, (1997), G.P. Wiederrecht et al, Photorefractivity in Polymer-Stabilized Nematic Liquid Crystals, J. of Am. Chem. Soc., 120, 3231-3236 (1998).

VI) Estruturas Supramoleculares Não Lineares Auto-  
montadas

Esta classe inclui películas orgânicas assimétricas eletro-ópticas, que podem ser fabricadas utilizando as abordagens seguintes: películas de Langmuir-Blodgett. deposição polieletrólito alternado (polianion/polication) de soluções aquosas, métodos de epitaxi de feixe molecular, síntese seqüencial por reações de acoplamento covalente (por exemplo, deposição multicamada auto-montada com base em organotriclorosilano). Essas técnicas normalmente levam a películas finas tendo uma espessura inferior a cerca de 1 mm.

Ainda outras vantagens e modalidades da invenção tornar-se-ão prontamente aparentes àqueles habilitados nesta tecnologia da descrição detalhada recitada acima. Assim, os desenhos, descrições e exemplos aqui fornecidos devem ser considerados como exemplares e de natureza ilustrativa, e não como restritivos. Por exemplo, podem ser fornecidos óculos eletro-ativos que têm uma lente híbrida e uma lente não-híbrida. De modo similar, óculos eletro-ativos podem ser fornecidos que têm uma lente eletro-ativa

de campo integral e uma lente eletro-ativa de campo parcial. Da mesma forma, óculos eletro-ativos podem ser fornecidos que possuem uma lente que emprega uma única estrutura eletro-ativa interconectada e outra que emprega  
5 uma estrutura eletro-ativa multi-grade.

## REIVINDICAÇÕES

1. Lente oftálmica para um usuário, caracterizada por compreender:

5 uma primeira região compreendendo uma zona de foco de grande distância;

uma segunda região compreendendo uma zona de foco de adição progressiva para proporcionar uma primeira potência adicional à lente; e

10 uma terceira região separada compreendendo uma zona de potência ótica não progressiva para proporcionar uma segunda potência adicional à lente,

em que uma terceira região separada está em comunicação óptica com o início da zona de foco de adição progressiva e uma porção de uma área total de potência de  
15 adição próxima da zona de foco de adição progressiva.

2. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada é eletro-ativa.

3. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada é  
20 difrativa.

4. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada é refrativa.

25 5. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada compreende pixels.

6. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a lente compreende ainda uma  
30 descontinuidade óptica.

7. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada é embutida junto com a lente.

5 8. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada compreende um índice variável de refração.

9. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada reduz astigmatismo não desejado da lente.

10 10. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada possui um formato selecionado do grupo compreendendo formato circular, oval, retangular, quadrado, octogonal e parcialmente curvado.

15 11. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a lente corrige uma anormalidade do olho do usuário, além de miopia, hiperopia e astigmatismo regular.

20 12. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a lente corrige miopia, hiperopia e astigmatismo regular.

13. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a lente é fotocromática.

25 14. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a lente é eletrocromática.

15. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a lente é multifocal.

30 16. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada compreende uma única potência.

17. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada compreende potências múltiplas.

5 18. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região separada compreende uma região mista.

19. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a terceira região compreende uma região anesférica.

10 20. Lente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a primeira potência adicional e a segunda potência adicional são aditivas e a primeira potência adicional é maior do que a segunda potência adicional.

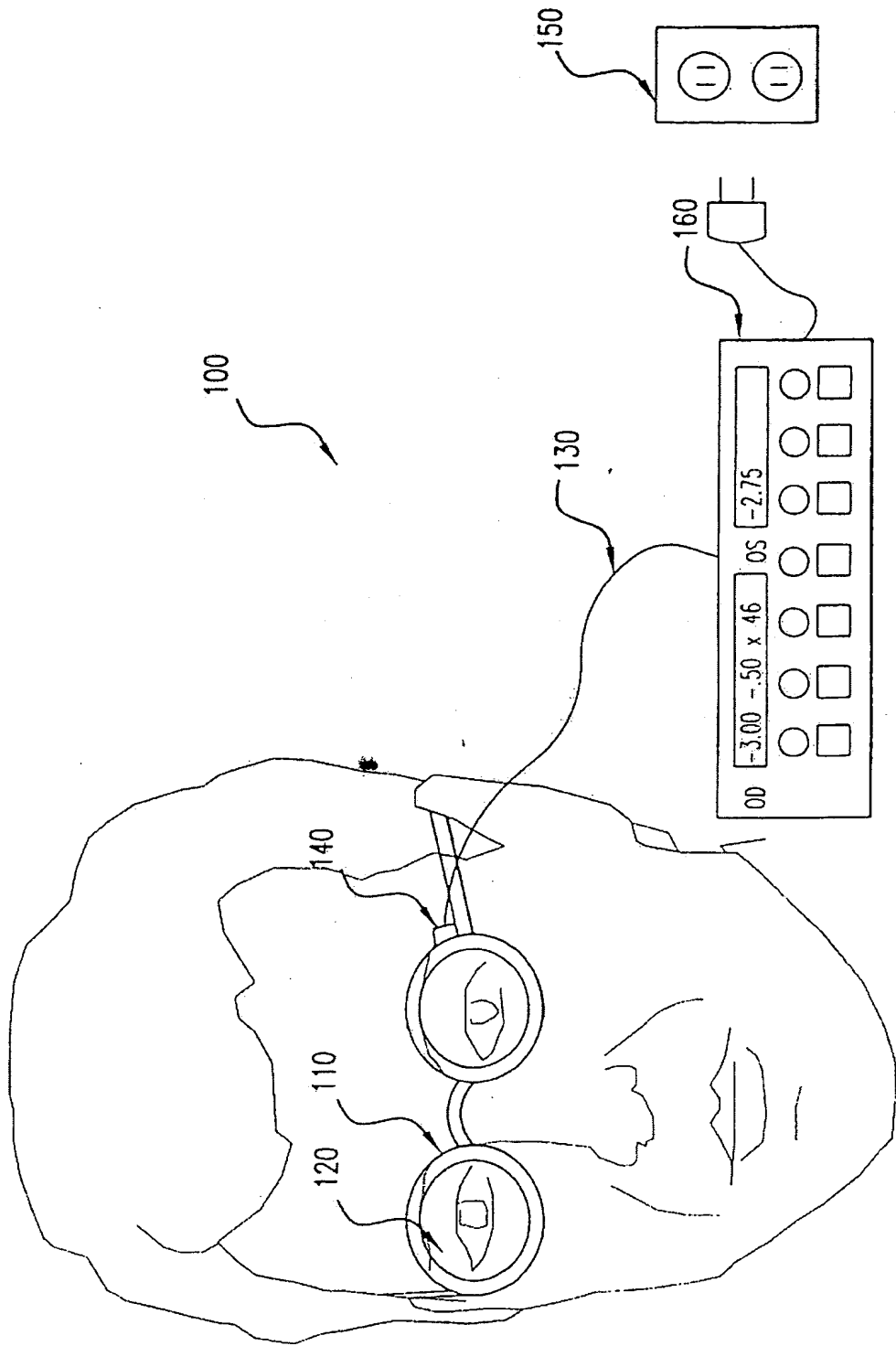


FIG. 1

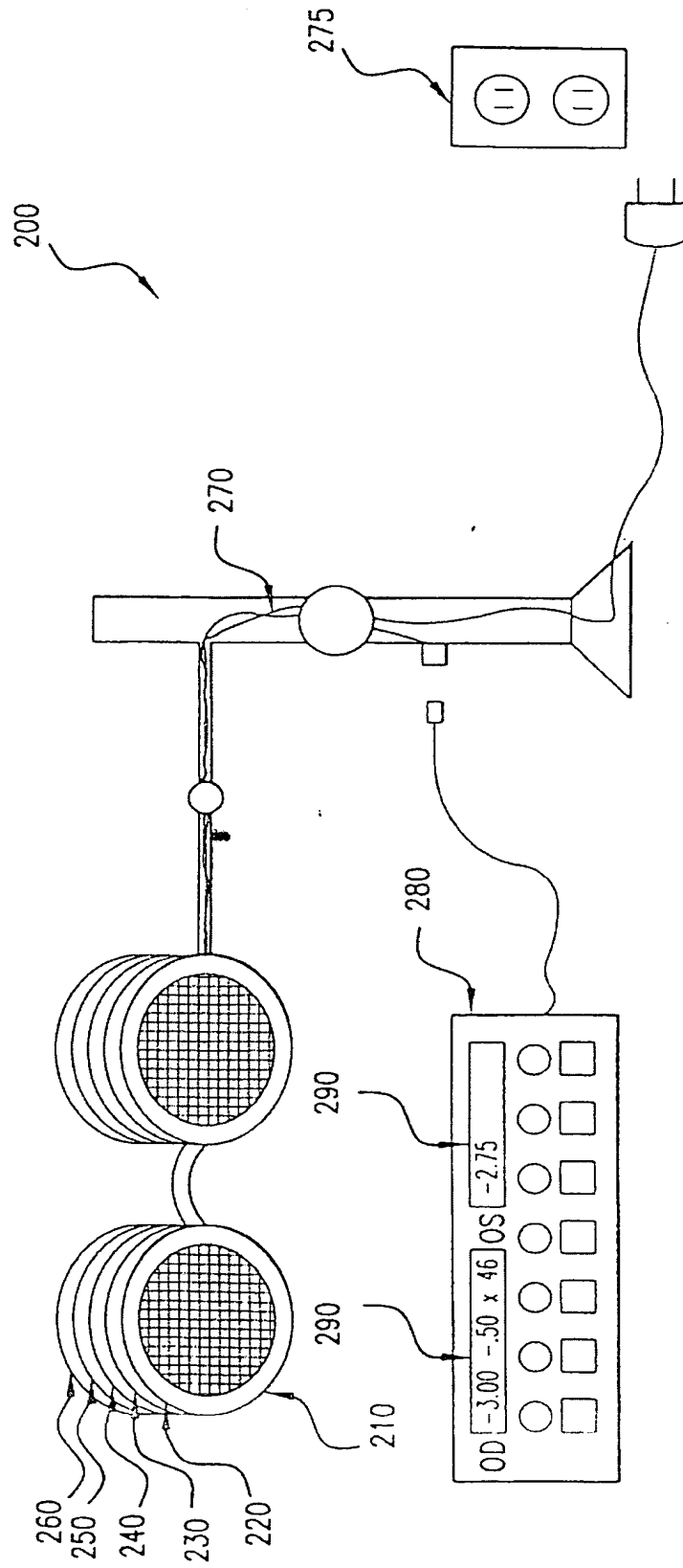


FIG. 2

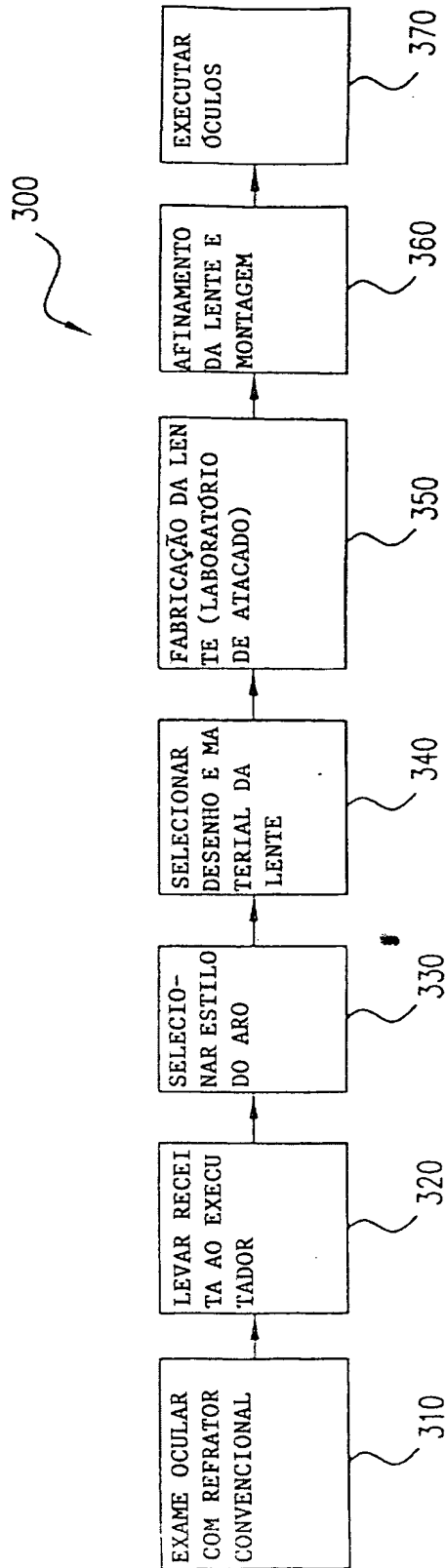
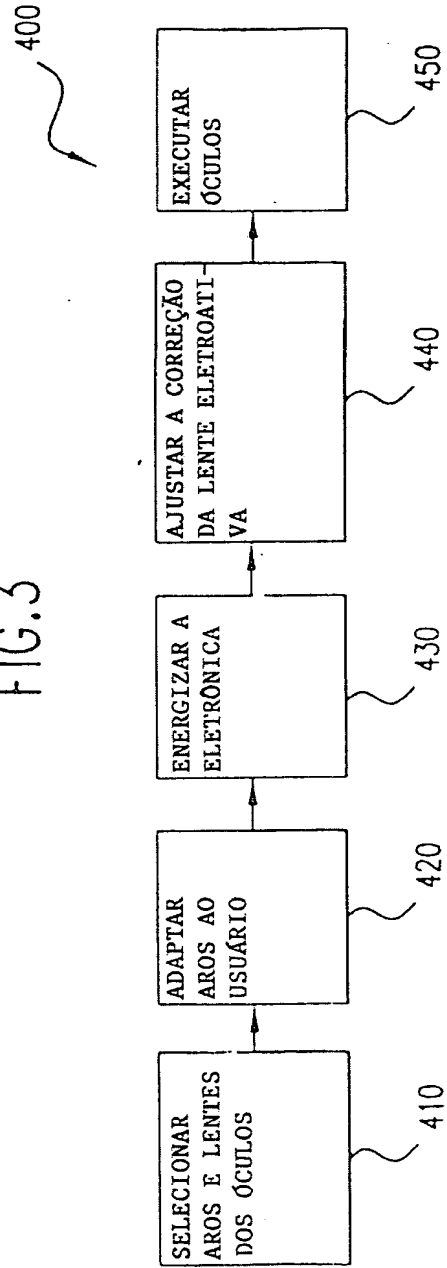
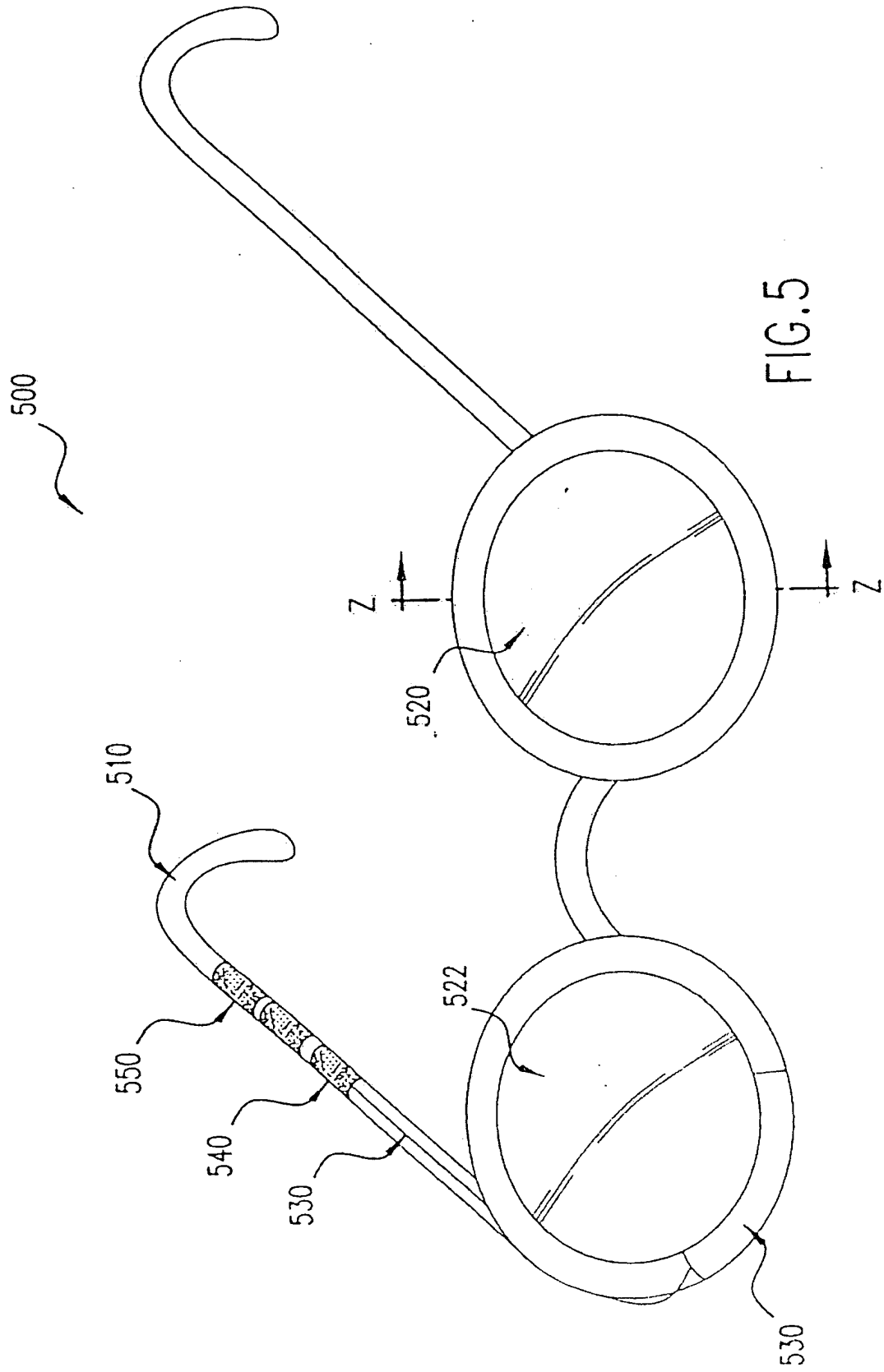


FIG.3







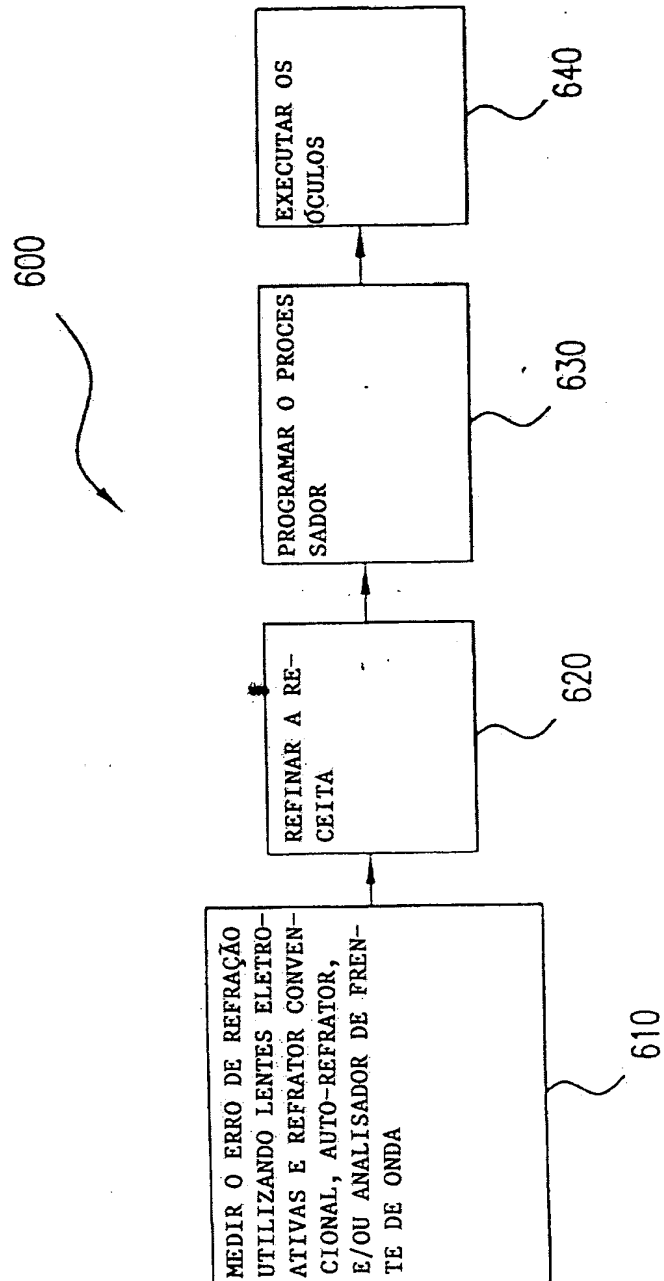


FIG.6

333

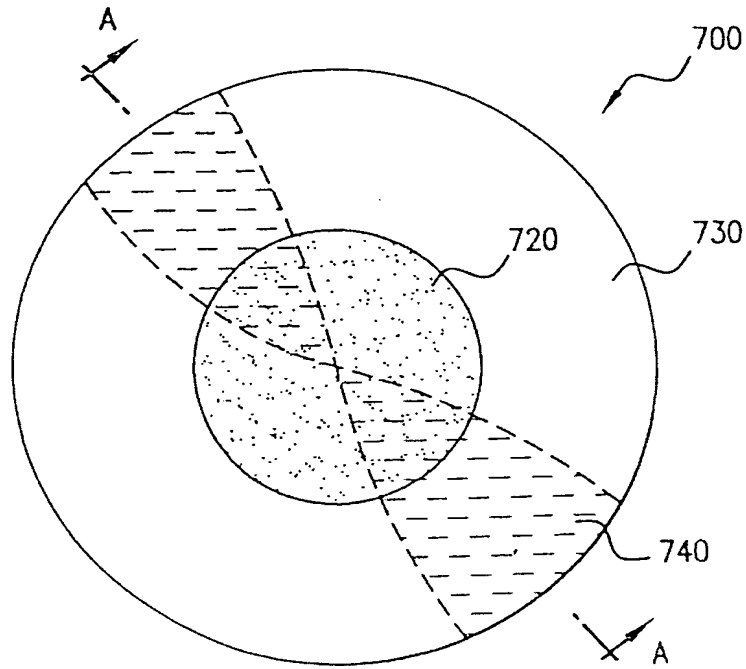


FIG. 7

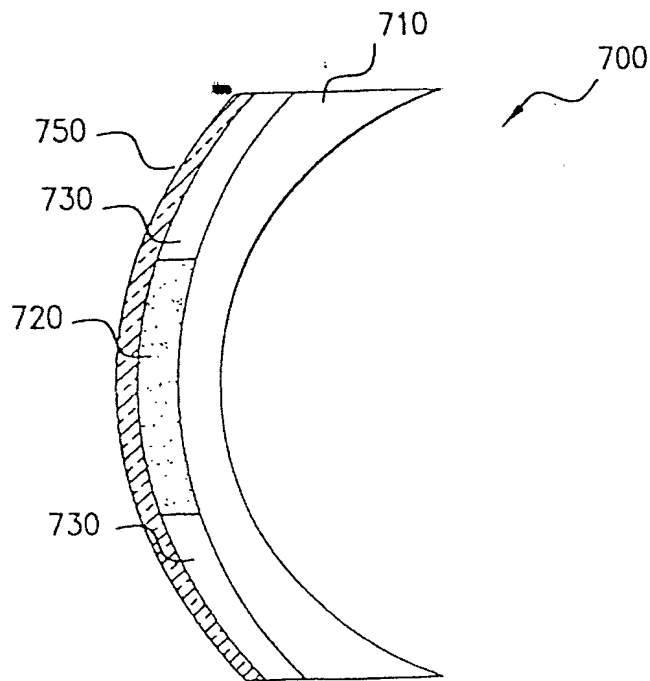


FIG. 8

334

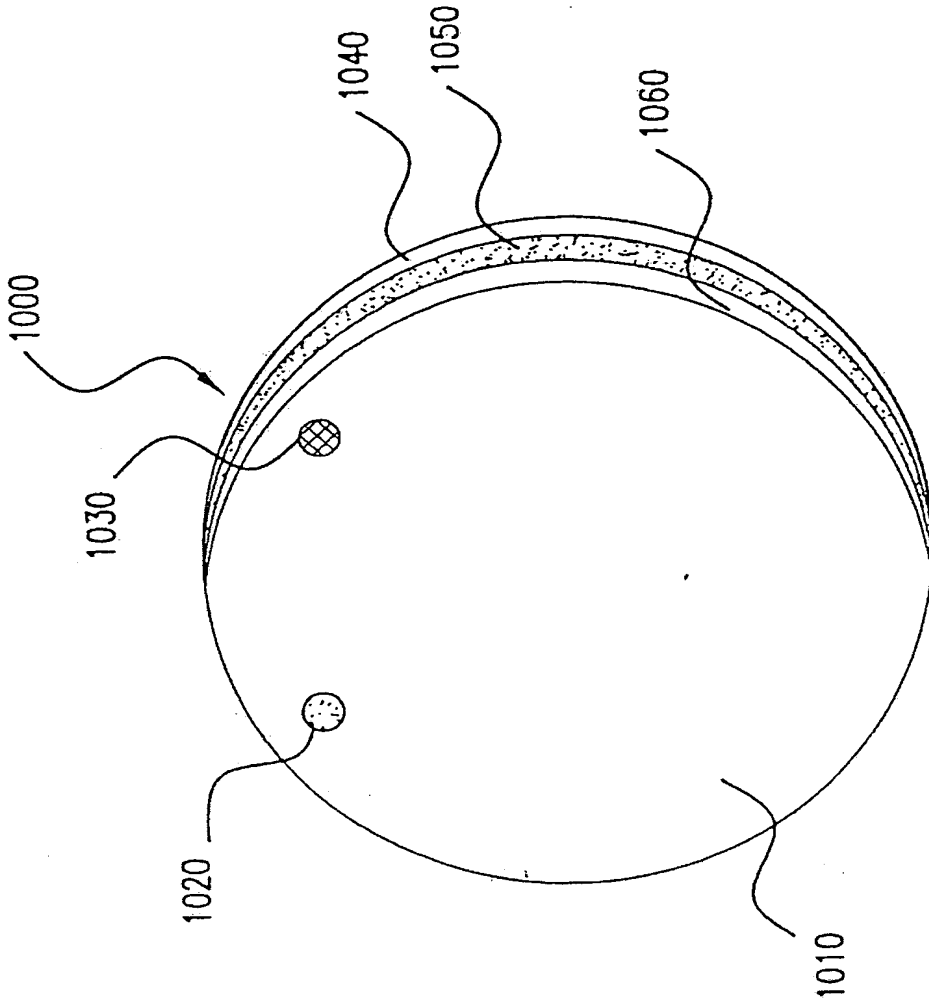


FIG. 10

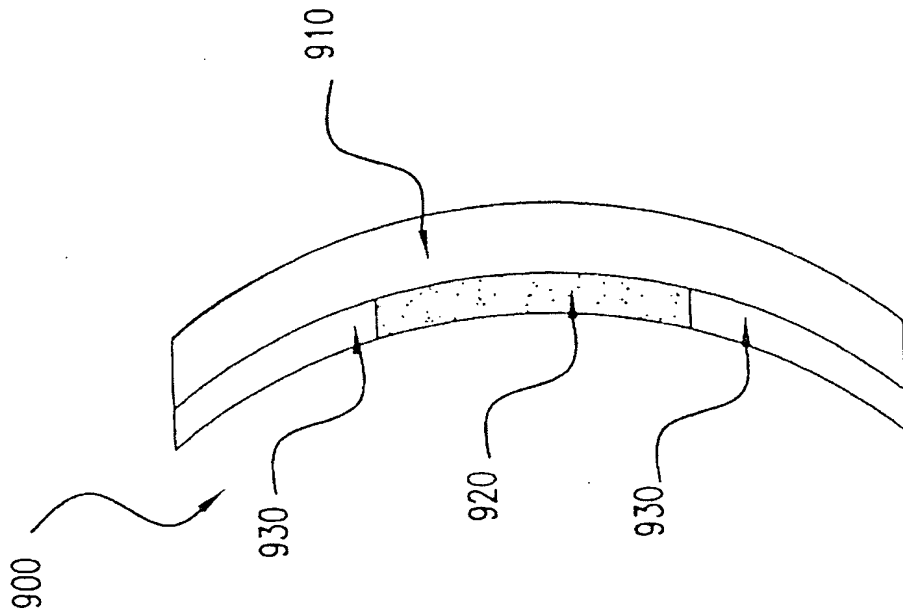


FIG. 9

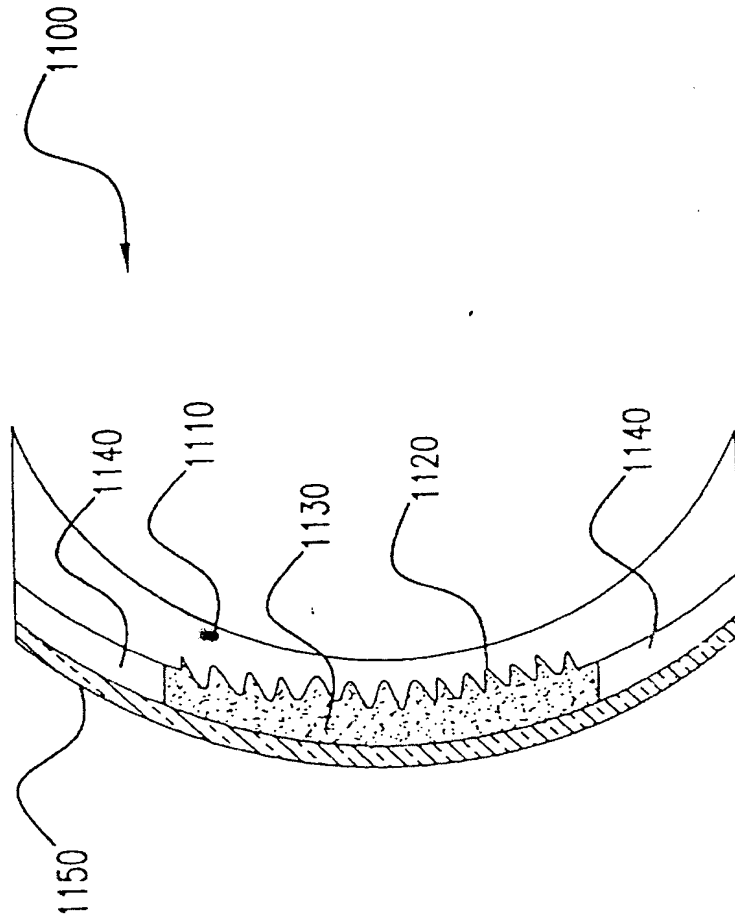


FIG. 11

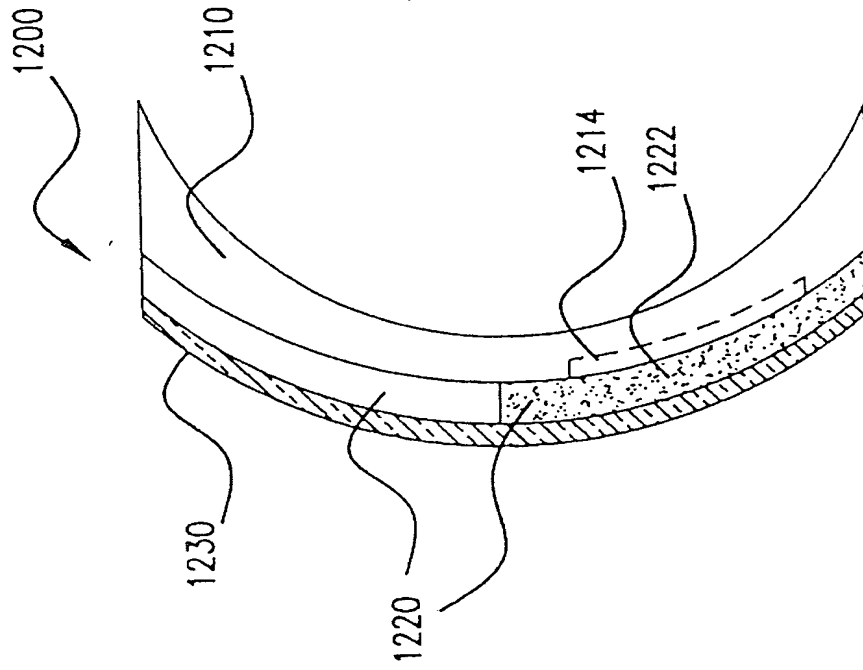


FIG.13

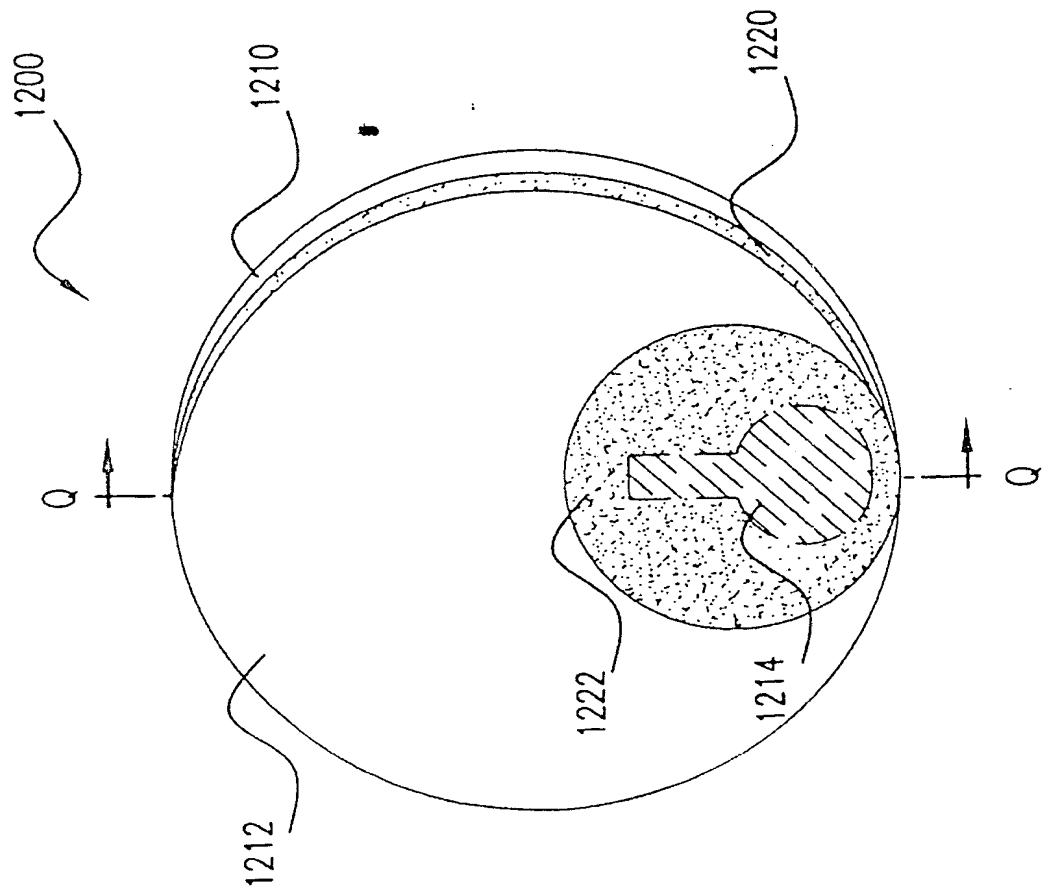


FIG.12

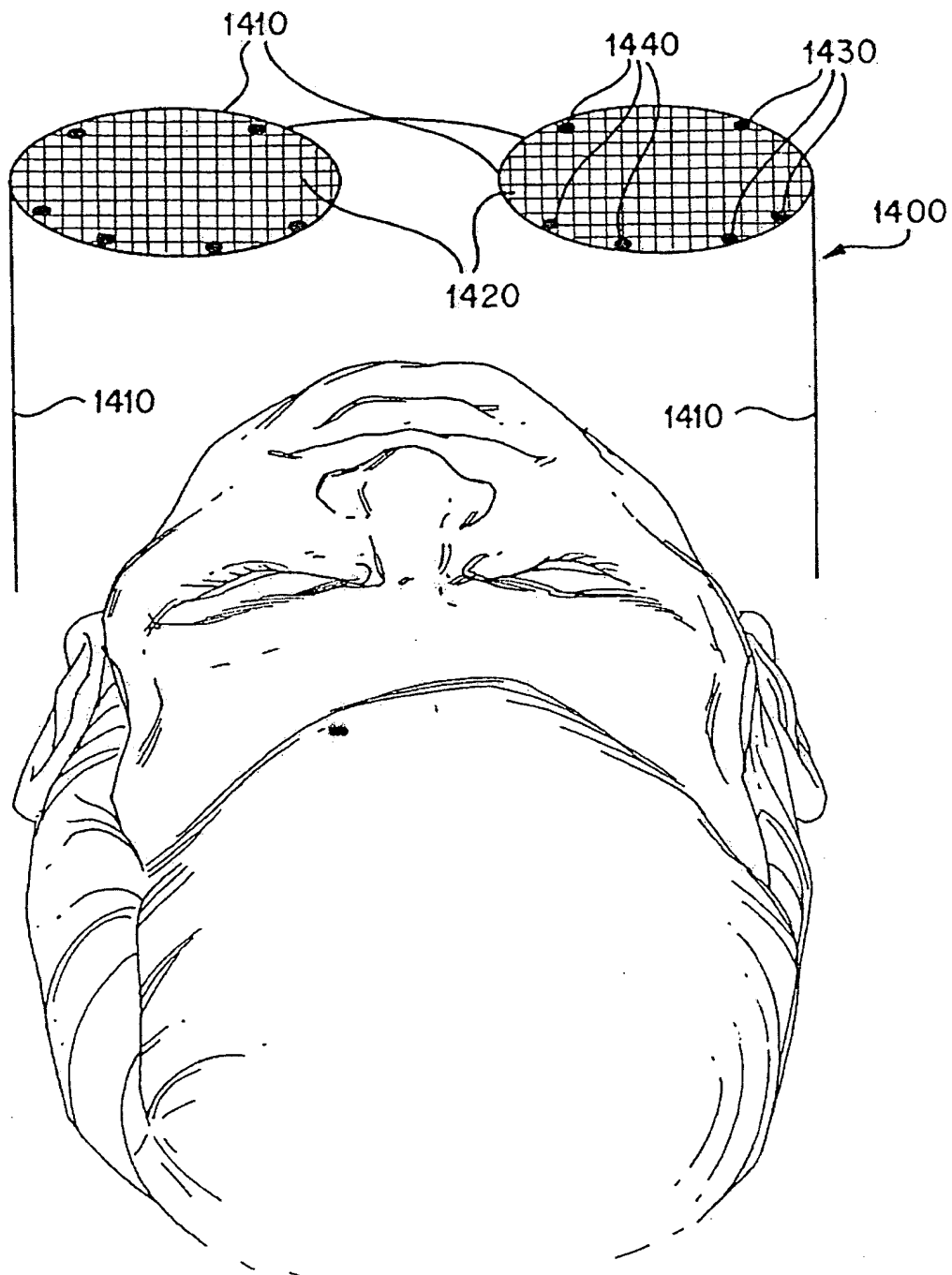


FIG. 14

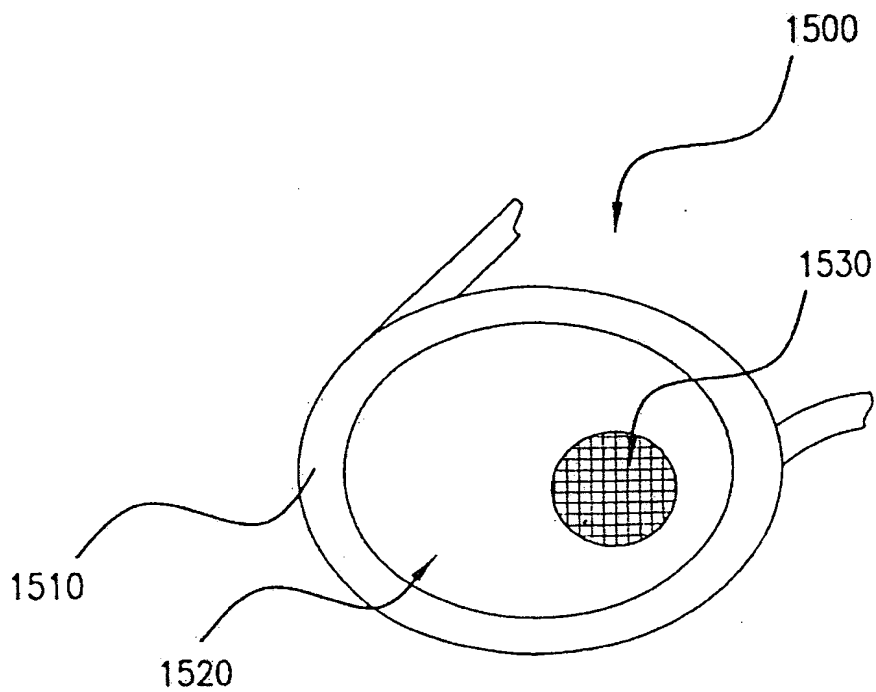


FIG. 15

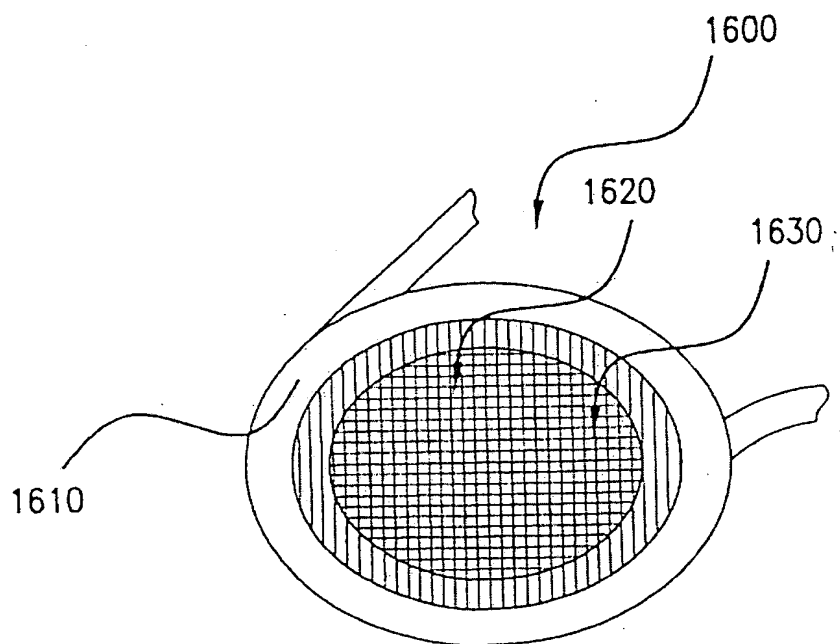
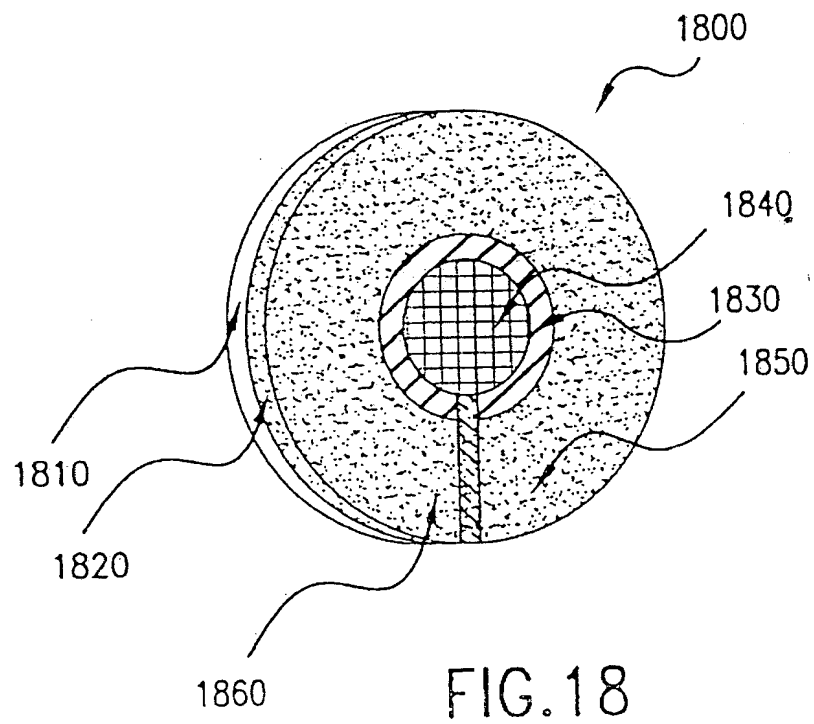
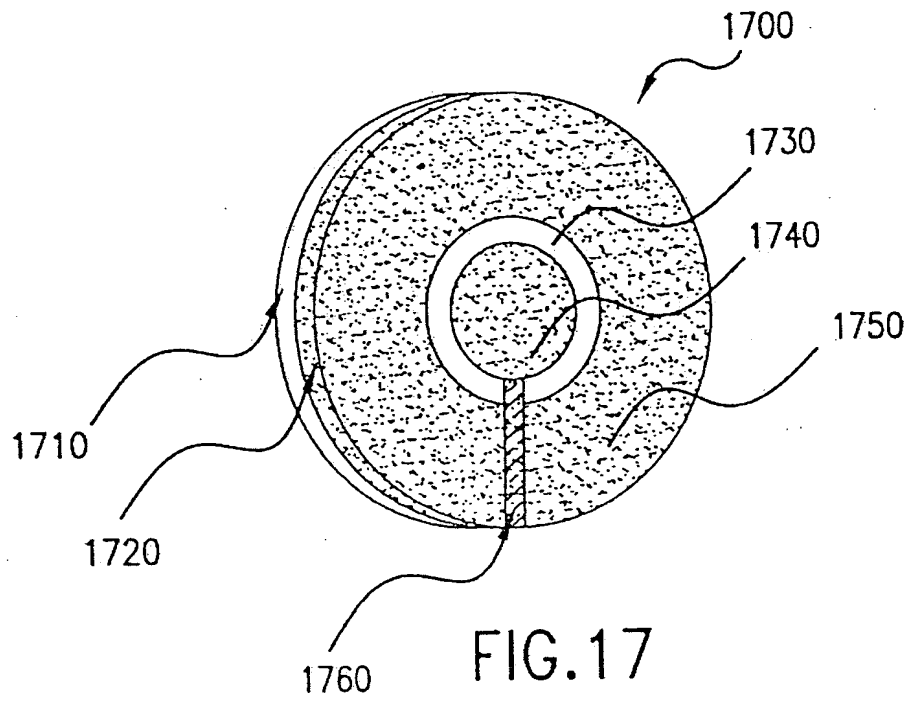


FIG. 16





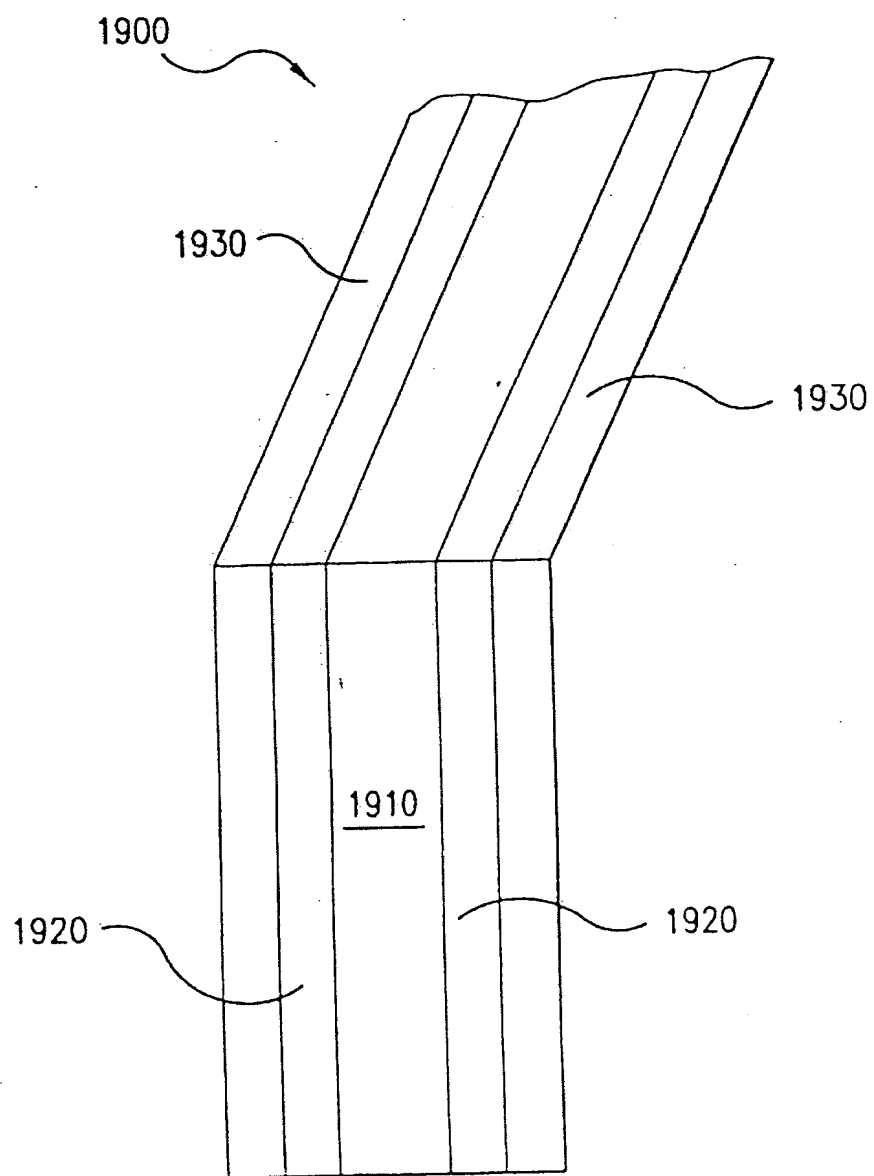


FIG. 19

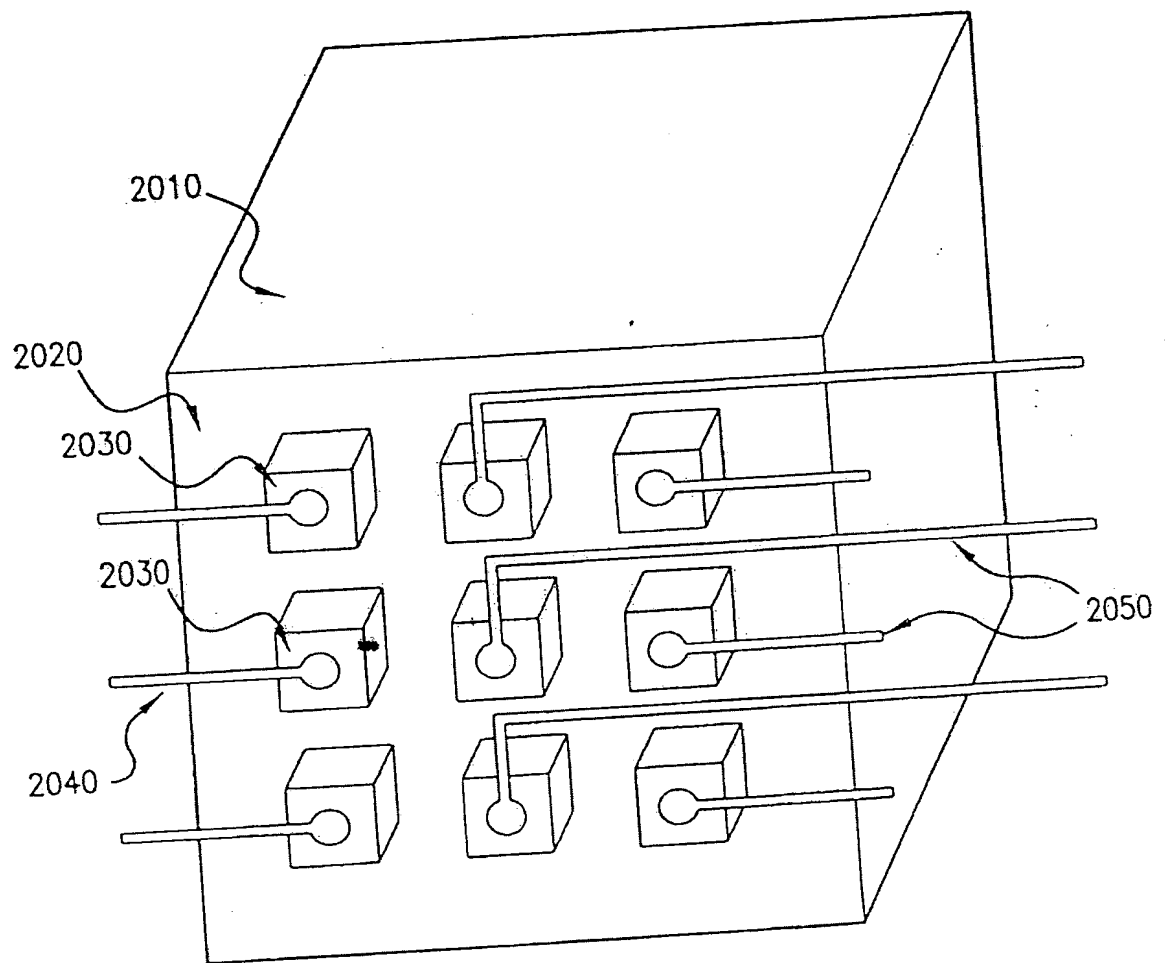


FIG. 20

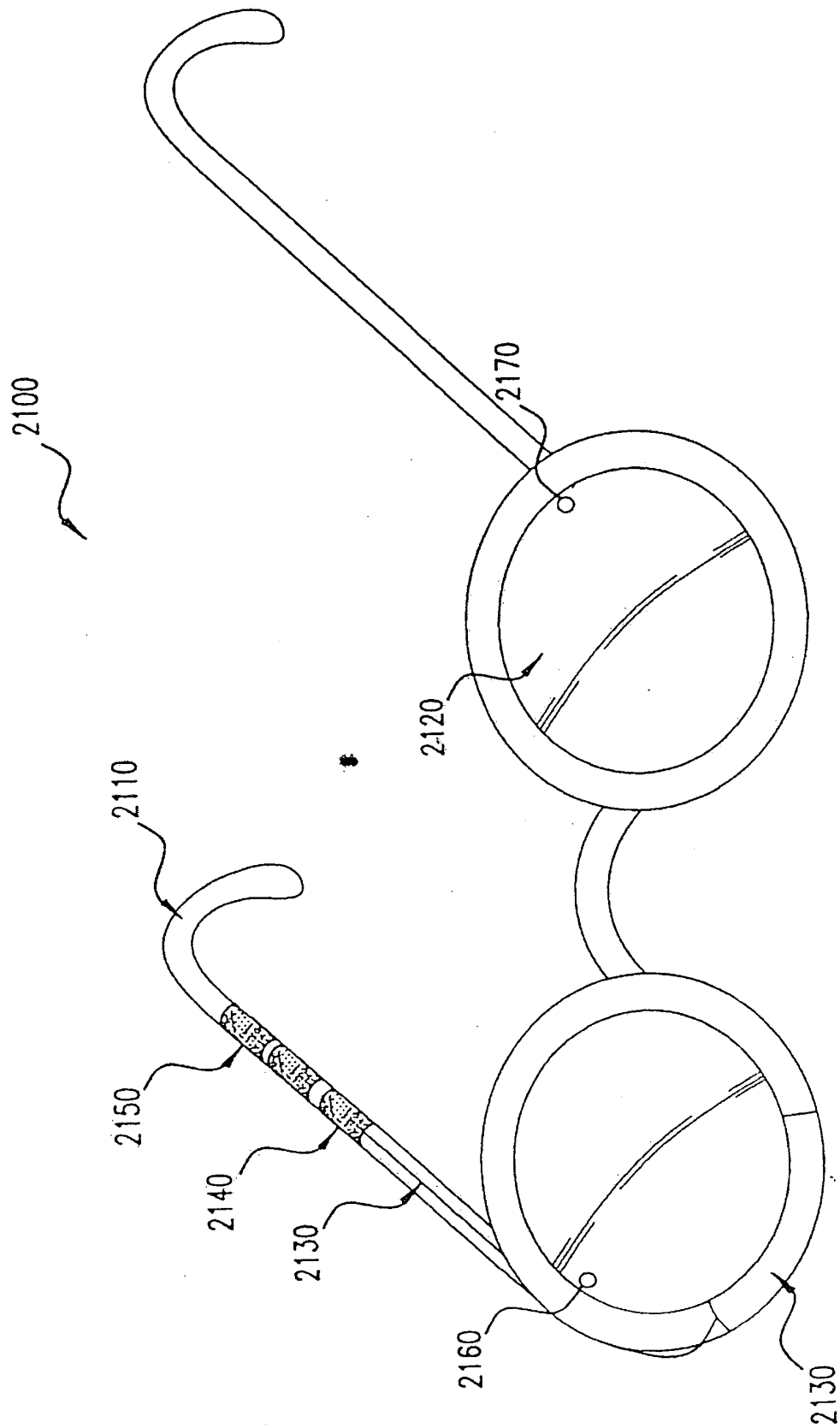


FIG. 21

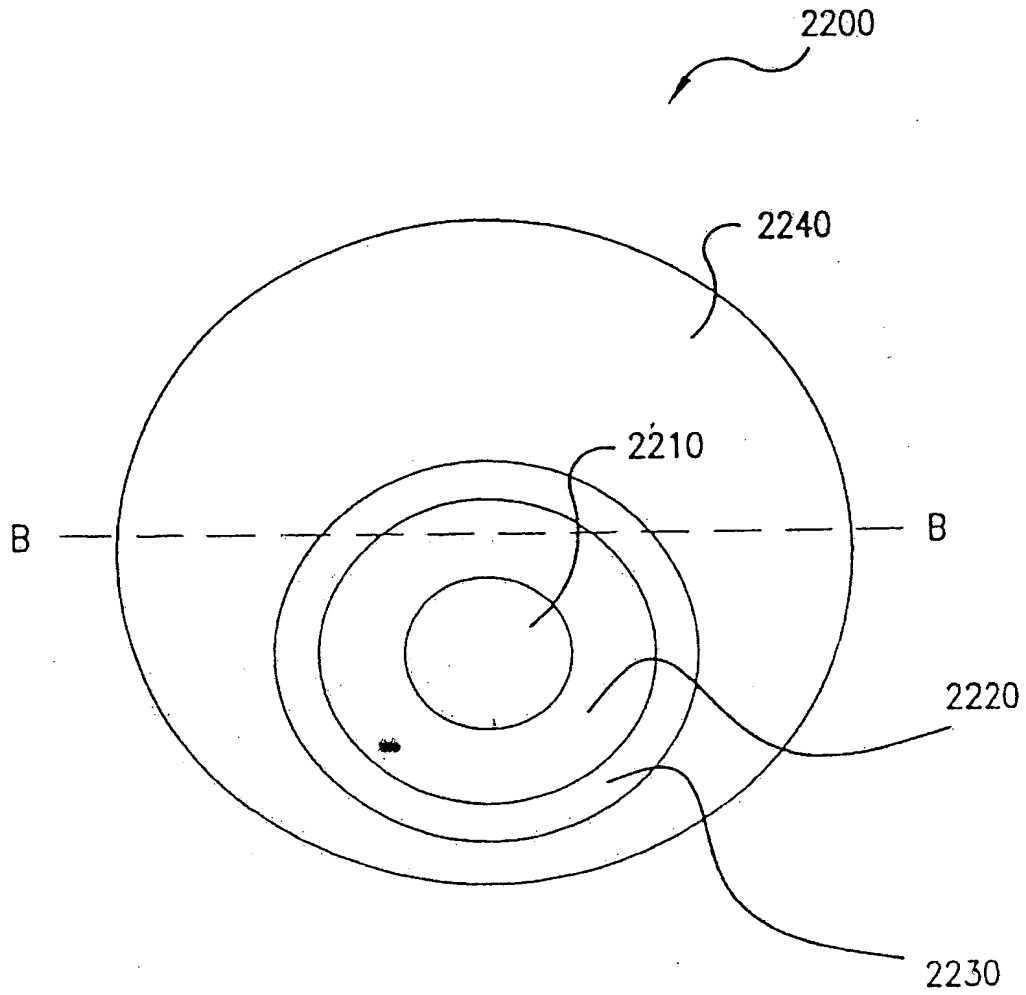


FIG. 22

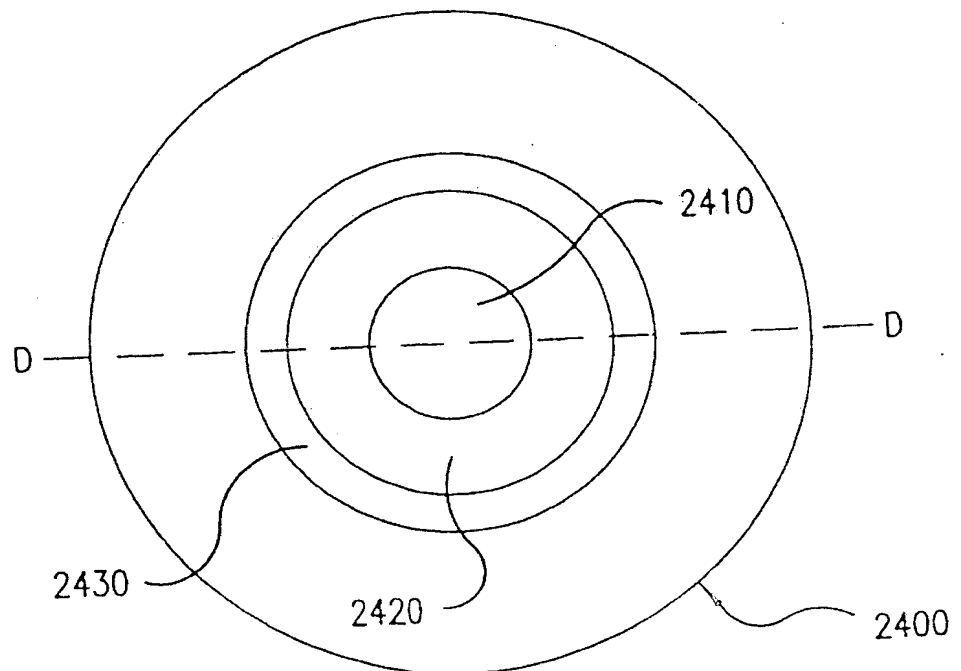
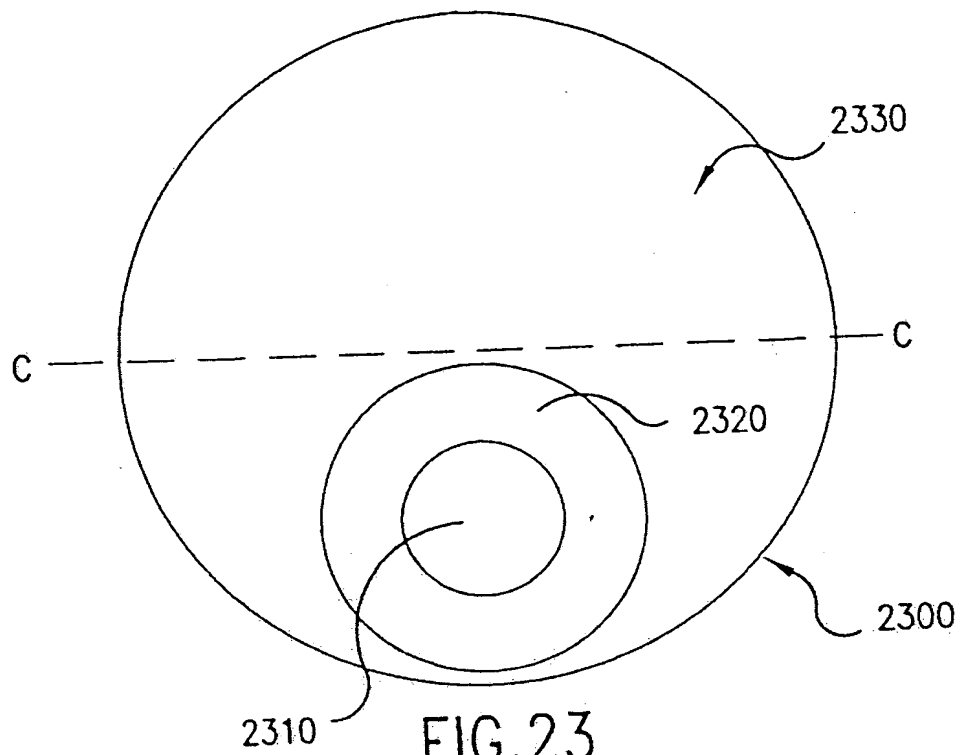
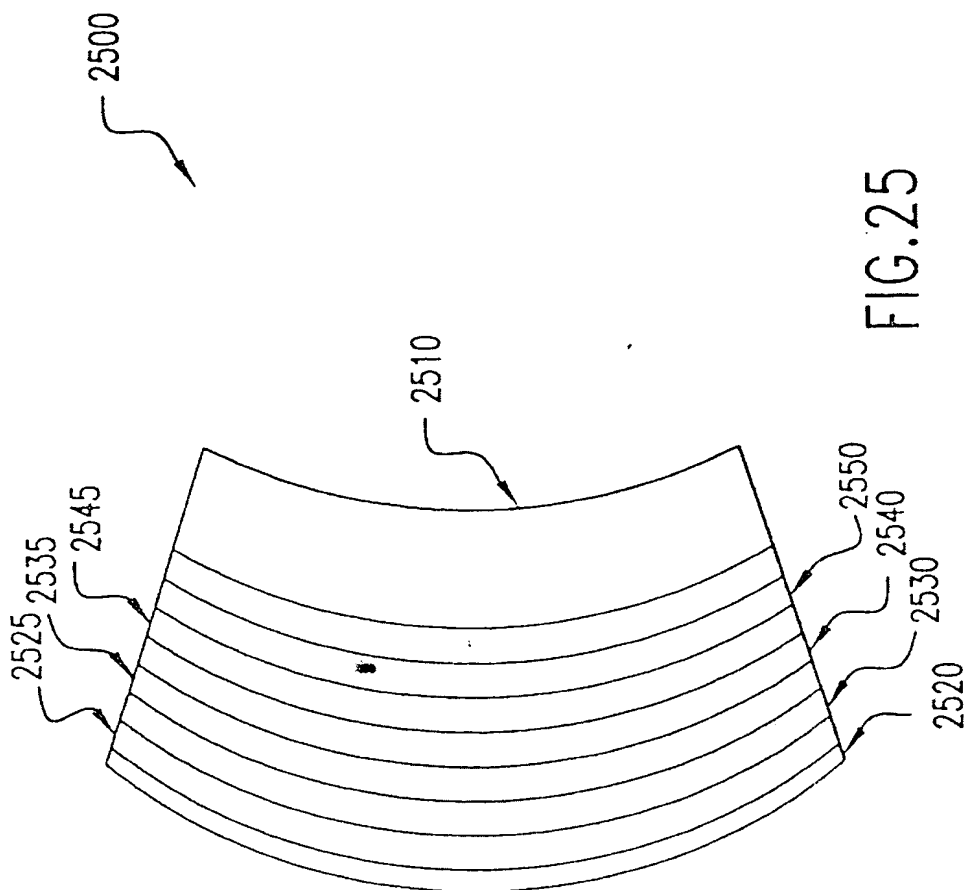


FIG. 24



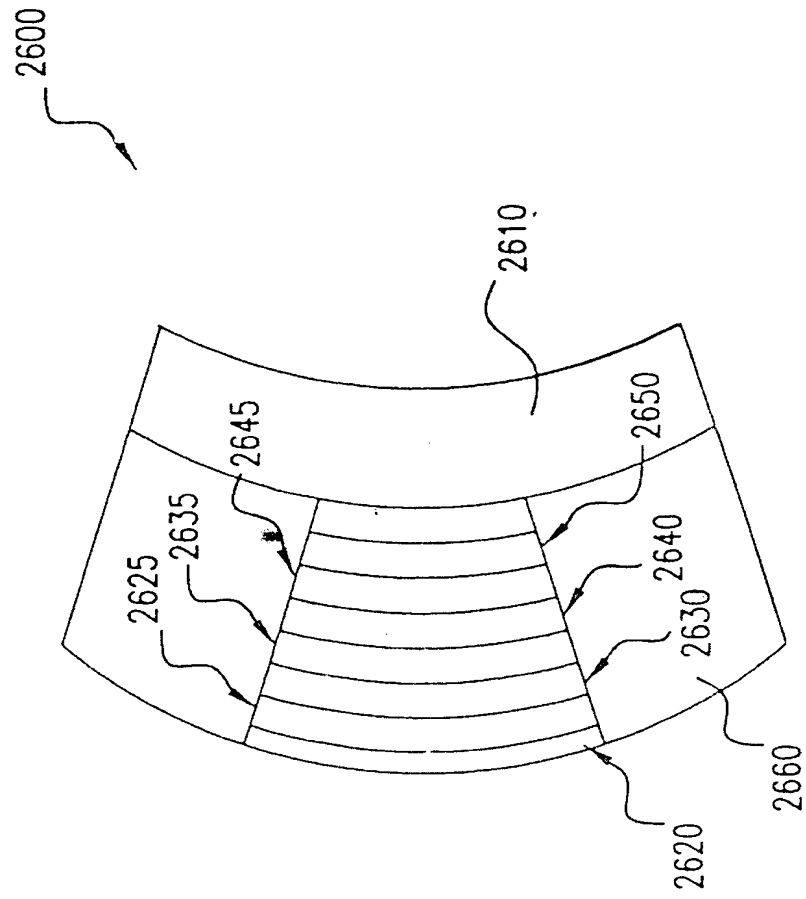


FIG. 26



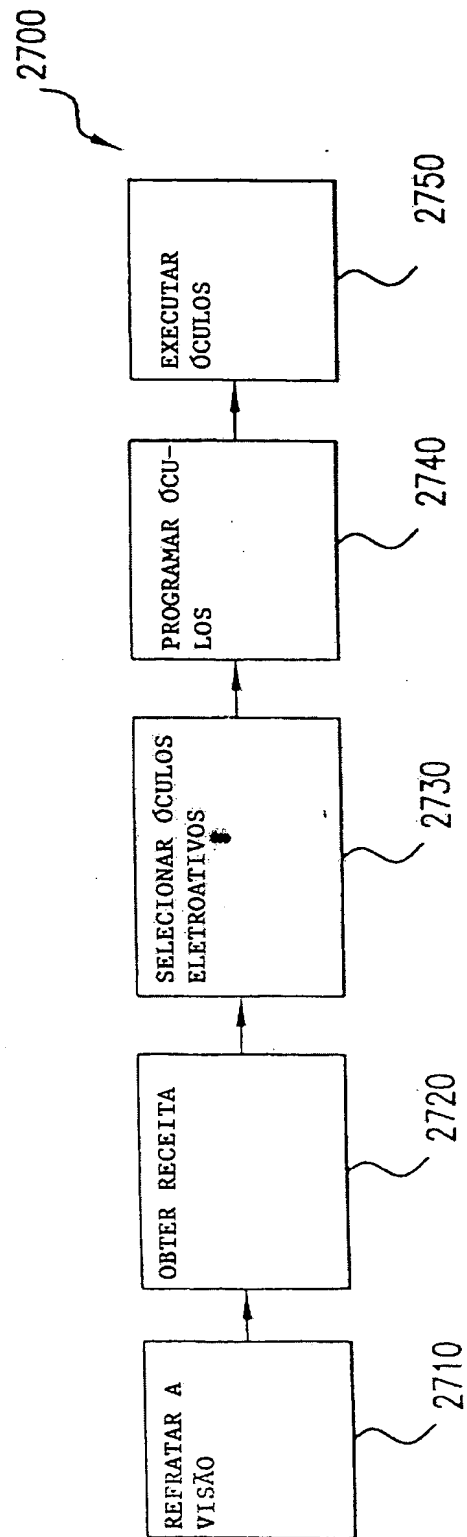


FIG. 27

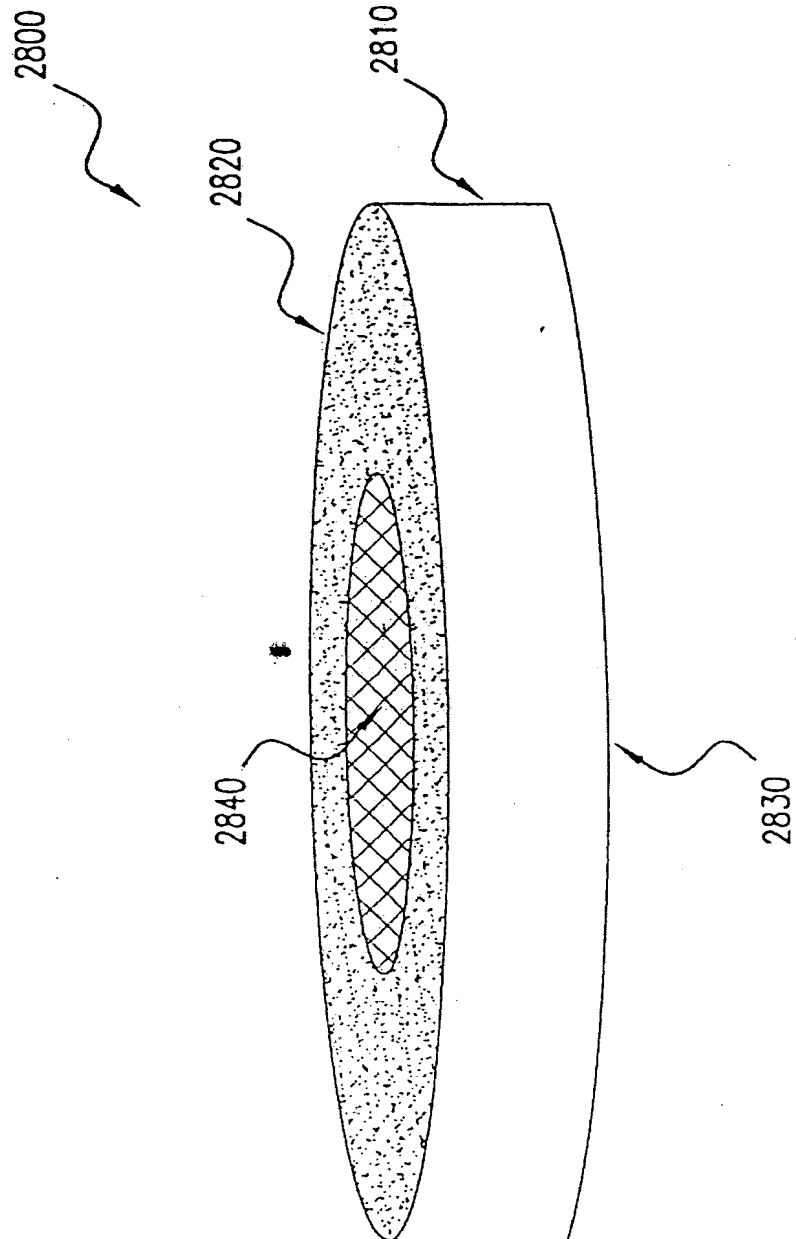


FIG. 28

### LENTE OCULAR ELETRO-ATIVA

Uma lente ocular eletro-ativa (700) é revelada. A lente revelada inclui uma primeira lente óptica. A lente revelada também inclui uma primeira zona eletro-ativa (72) posicionada em uma relação cooperativa com a primeira lente óptica. Em certas modalidades, a lente eletro-ativa inclui um visor posicionado em uma relação cooperativa com a lente eletro-ativa.