



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

(21) **PI0806820-8 A2**

(22) Data de Depósito: 22/01/2008
(43) Data da Publicação: 13/09/2011
(RPI 2123)



(51) *Int.Cl.:*
G02C 7/04
G02C 7/06

(54) **Título:** LENTES ELETROATIVAS FLEXÍVEIS

(30) **Prioridade Unionista:** 22/01/2007 US 60/881,514

(73) **Titular(es):** E-Vision L.L.C

(72) **Inventor(es):** John Hunkeler, Joshua N. Haddock, Ronald D. Blum, William Kokonaski

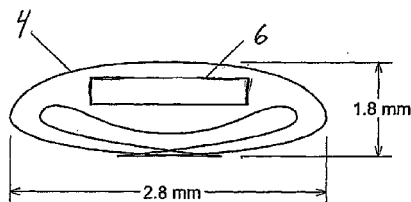
(74) **Procurador(es):** Flávia Salim Lopes

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2008051649 de 22/01/2008

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/091859 de 31/07/2008

(57) **Resumo:** LENTES ELETROATIVAS FLEXÍVEIS Uma lente que inclui uma ótica refrativa flexível que tem um índice de refração fixo, um elemento eletroativo embutido na ótica refrativa flexível, onde o elemento eletroativo tem um índice de refração alterável, e um controlador eletricamente conectado a um elemento eletroativo, onde quando a potência é aplicada a ele, o índice de refração do elemento eletroativo é alterada.

2 →



LENTE ELETROATIVAS FLEXÍVEIS**Inventores**

Ronald D. Blum, Joshua N. Haddock, William Kokonaski,
e John Hunkeler

Dados de Pedido Relacionado

A presente invenção reivindica prioridade a partir do
Pedido Provisório U.S. número 60/881.514, depositado em 22
de janeiro de 2007, intitulado "Advanced Dynamic Electro-
Active Intra-Ocular Lens"; e está relacionada à Publicação
U.S. N° US 2006/0095128-A1, publicada em 4 de maio de 2006;
ao Pedido Provisório U.S. N° 60/636.490, depositado em 17
de dezembro de 2004; ao Pedido Provisório U.S. N°
60/623.947, depositado em 2 de novembro de 2004; ao Pedido
Provisório U.S. N° 60/659,431, depositado em 9 de março de
2005; ao Pedido Provisório U.S. N° 60/669,403, depositado
em 8 de abril de 2005; e ao Pedido Provisório U.S. N°
60/960.607, depositado em 5 de outubro de 2007, todos os
quais sendo incorporados aqui como referência em sua
totalidade.

Antecedentes da Invenção

As lentes intraoculares (IOLs) podem ser usadas na
superfície de um olho para restauração da função de visão,
por exemplo, através de implantes para pacientes de
cirurgia de catarata. As IOLs incluem lentes monofocais, as
quais provêem um foco único ou uma potência ótica única,
lentes multifocais, as quais provêem um foco múltiplo ou
uma potência ótica múltipla, e lentes de acomodação, as
quais ajustam o foco de uma lente.

A IOL pode ser inserida em um estado dobrado através
de uma incisão pequena de 3 mm ou menos no olho. Um

dispositivo tipo uma seringa tendo um pistão pode ser usado para ajudar na aplicação e no posicionamento da IOL no saco capsular, o qual alojava previamente a lente de cristalino natural removida. Uma vez no olho, a IOL pode ser

5 desdobrada para seu estado natural. Quando o tamanho de incisão para inserção de uma IOL no olho é maior do que de 2 a 3 mm, mudanças astigmáticas indesejadas da córnea ocorrem. Portanto, os oftalmologistas preferem usar a menor incisão possível para inserção de uma IOL no olho.

10 Portanto, isto torna uma IOL flexível e dobrável praticamente uma necessidade.

Os inlays corneanos, os onlays corneanos e lentes de contato de visão única e bifocais também são usados para a correção da visão do paciente. Em muitos casos, estes são

15 usados para correção para as necessidades do paciente de visão distante e próxima. Cada um destes é um artigo ótico muito fino e requer uma curvatura quando aplicados sobre ou no olho.

Presentemente, todos os elementos eletroativos

20 conhecidos em uma lente eletroativa são feitos de materiais rígidos. Em uma certa modalidade prévia dos inventores com respeito a uma lente de contato eletroativa, um elemento eletroativo é alojado em um material hospedeiro externo flexível. Contudo, o elemento eletroativo é rígido, e,

25 portanto, pode acrescentar alguma espessura à lente de contato.

Sumário da Invenção

As modalidades da invenção provêem uma lente eletroativa flexível que inclui uma parte ótica refrativa

30 flexível tendo um índice de refração fixo, um elemento

eletroativo embutido na ótica refrativa flexível, onde o elemento eletroativo tem um índice de refração alterável, e um controlador conectado eletricamente ao elemento eletroativo, onde quando uma potência é aplicada a ele, o índice de refração do elemento eletroativo é alterado. A lente eletroativa flexível pode incluir uma ou mais lentes intraoculares, ótica intra-ocular, lentes de óculos, lentes de contato, onlays corneanos, inlays corneanos e lentes interoculares.

10

Descrição dos Desenhos

Uma modalidade específica da presente invenção será descrita com referência aos desenhos a seguir, onde:

a FIG. 1 mostra uma lente eletroativa flexível 2 em um estado dobrado tendo um alojamento flexível e um elemento eletroativo rígido de acordo com uma modalidade da invenção;

a FIG. 2A mostra uma lente eletroativa flexível 2 em um estado dobrado tendo um alojamento flexível e um elemento eletroativo flexível de acordo com uma modalidade da invenção;

a FIG. 2B mostra uma lente eletroativa 2 em um estado desdobrado tendo um alojamento rígido e um elemento eletroativo flexível de acordo com uma modalidade da invenção;

as FIG. 3A e 3B mostram uma vista expandida e colapsada, respectivamente, de uma lente eletroativa flexível 2 em um estado desdobrado tendo um padrão difrativo de relevo de superfície e uma camada de cristal líquido de acordo com uma modalidade da invenção;

a FIG. 4A mostra a lente eletroativa flexível 2 em um

estado dobrado tendo uma pluralidade de elementos eletroativos de acordo com uma modalidade da invenção;

a FIG. 4B mostra a pluralidade de elementos eletroativos da FIG. 4A de acordo com uma modalidade da
5 invenção;

a FIG. 5A, a FIG. 5B, a FIG. 5C e a FIG. 5D mostram, cada uma, uma vista dianteira da lente eletroativa flexível 2 tendo um elemento eletroativo, de acordo com uma modalidade da invenção;

10 a FIG. 6 mostra a enciclo-rotação dos olhos;

a FIG. 7A e a FIG. 7B mostram, cada uma, uma vista dianteira da lente eletroativa flexível 2 tendo um eixo geométrico A e uma vista em seção transversal da lente eletroativa flexível 2 tomada no eixo geométrico A, de
15 acordo com uma modalidade da invenção; e

a FIG. 8A, a FIG. 8B e a FIG. 8C mostram, cada uma, o posicionamento da lente eletroativa 2 em um olho tendo um tamanho de pupila diferente, de acordo com uma modalidade da invenção.

20 O método e o aparelho da presente invenção serão mais bem entendidos por uma referência à descrição detalhada a seguir de modalidades específicas e das figuras anexas, as quais exemplificam essas modalidades.

Descrição Detalhada de Modalidades Específicas

25 As modalidades preferidas a seguir como exemplificadas pelos desenhos são ilustrativas da invenção e não são pretendidas para limitação da invenção, conforme englobado pelas reivindicações deste pedido.

Uma lente eletroativa flexível 2 é ilustrada nas FIG.
30 1, FIG. 2A, FIG. 2B, FIG. 3A, FIG. 3B, FIG. 4A, FIG. 4B,

FIG. 5A, FIG. 5B, FIG. 5C, FIG. 5D, FIG. 7A, e na FIG. 7B, de acordo com modalidades diferentes da presente invenção. Embora a lente eletroativa seja descrita, as modalidades da invenção podem ser usadas como outras lentes, incluindo, por exemplo, lentes intraoculares, lentes de óculos, lentes de contato, onlays corneanos, inlays corneanos e lentes interoculares.

O elemento eletroativo (por exemplo, descrito com referência às FIG. 1, FIG. 2A, FIG. 2B, FIG. 3A, FIG. 3B, FIG. 4A, FIG. 4B, FIG. 5A, FIG. 5B, FIG. 5C, FIG. 5D, FIG. 7A, e à FIG. 7B), a camada de cristal líquido (por exemplo, descrita com referência à FIG. 4A e à FIG. 4B), e um elemento pixelado todo pode ser usado para a descrição de materiais tendo propriedades óticas que podem ser alteradas por um controle elétrico. Embora as propriedades alteráveis descritas aqui tipicamente incluam índice de refração e potência ótica, as modalidades da invenção podem incluir uma lente eletroativa tendo outras propriedades alteráveis, tais como, por exemplo, potência prismática, matização e opacidade. As propriedades dos materiais podem ser controladas eletricamente e/ou de forma ótica.

Termos tais como "rígido", "duro", "inflexível", "inelástico" e/ou "não dobrável" podem ser todos usados para a descrição de um material ou de uma estrutura adaptada para resistir a mudanças estruturais ou de formato, quando uma força acima de um limite predeterminado for aplicada. Termos tais como "flexionável", "macio", "flexível", "elástico" e/ou "dobrável" podem ser todos usados para a descrição de um material ou de uma estrutura adaptado para mudança de estrutura ou de formato, quando

uma força acima de um limite predeterminado for aplicada. Termos tais como "desdobrado", "estado desdobrado", "natural", "plano" e/ou "relaxado" podem ser todos usados para a descrição de um material ou de uma estrutura em um estado de entropia relativamente alto (por exemplo, conforme mostrado na FIG. 2B, FIG. 3A, FIG. 3B, FIG. 4B, FIG. 5A, FIG. 5B, FIG. 5C, FIG. 5D, FIG. 7A, e FIG. 7B). Termos tais como "dobrado", "estado dobrado", "curvado" e/ou "flexionado" podem ser todos usados para a descrição de um material ou de uma estrutura em um estado de entropia relativamente baixo (por exemplo, conforme mostrado na FIG. 1A, FIG. 2A e FIG. 4A).

A FIG. 1 mostra uma lente eletroativa flexível 2 em um estado dobrado que tem um alojamento flexível 4 e um elemento eletroativo rígido embutido no alojamento. O elemento eletroativo rígido 6 tipicamente não se flexiona quando a lente eletroativa é dobrada. O elemento rígido pode proteger os elementos contidos ali de uma compressão, uma flexão devido a uma expansão ou uma contração de materiais, ou a outras forças internas ou externas ao elemento. O elemento rígido pode incluir um invólucro rígido e pode ter componentes elásticos, tal como um material eletroativo. Tipicamente, o elemento rígido pode ser espaçado da borda periférica da lente eletroativa para se permitir o dobramento da mesma.

A FIG. 2A mostra uma lente eletroativa flexível 2 em um estado dobrado tendo um alojamento flexível 4 e um elemento eletroativo flexível 6 embutido no alojamento. Uma vez que o elemento eletroativo flexível tipicamente não impede a lente eletroativa de se flexionar, o elemento

eletroativo pode se estender radialmente mais em direção à borda periférica da lente eletroativa onde o dobramento tipicamente ocorre. Por exemplo, quando a lente eletroativa é dobrada, o elemento eletroativo flexível pode se curvar
5 ao longo da flexão periférica da lente dobrada. A lente eletroativa flexível pode ser embutida em um alojamento rígido para uso como uma lente de óculos.

A FIG. 2B mostra uma lente eletroativa 2 em um estado desdobrado tendo um alojamento rígido 4 e um elemento
10 eletroativo flexível 6 embutido no alojamento. Por exemplo, o elemento pode ser minimamente rígido para proteção de elementos contidos ali de algumas forças internas ou externas e/ou para orientação da lente eletroativa em direção ao estado desdobrado. O elemento eletroativo pode
15 ser menos flexível do que a lente eletroativa.

Com referência ao alojamento flexível 4 na FIG. 1 e na FIG. 2A, e com referência ao elemento eletroativo flexível 6 na FIG. 2A e na FIG. 2B, cada um dos elementos flexíveis da lente eletroativa 2 pode ser adaptado para se mover
20 entre um estado dobrado e um estado desdobrado. Cada um dentre o alojamento flexível e/ou o eletroativo flexível pode ser composto por um material flexível, tal como, por exemplo, polissulfonas, polieterimidas e/ou outros materiais termoplásticos. Polissulfonas são uma classe de
25 polímeros dielétricos transparentes que são estáveis por uma ampla faixa de temperatura (por exemplo, de -110 °C a +150 °C) e uma faixa de pH (por exemplo, de 2 a 13). As polissulfonas são altamente resistentes a ácidos minerais, álcalis, eletrólitos, ácidos e bases. As polissulfonas são
30 altamente resistentes a agentes de oxidação, tais como

alvejantes, os quais, por exemplo, quando a lente eletroativa é usada como uma lente de contato podem ser aplicados ao alojamento flexível para limpeza da lente.

Com referência novamente à FIG. 1, FIG. 2A e FIG. 2B, o alojamento pode ou não ter potência ótica. Um alojamento com potência ótica pode ter uma potência ótica fixa e pode ser uma lente refrativa ou difrativa (por exemplo, mostrada na FIG. 3A e na FIG. 3B). Por exemplo, um alojamento sem potência ótica não pode focalizar luz.

O elemento eletroativo 6 pode ter um índice de refração alterável. O elemento eletroativo pode ser disposto entre os eletrodos (por exemplo, mostrados na FIG. 3A, FIG. 3B, FIG. 5C, e na FIG. 5D), os quais podem ser adaptados para a aplicação de potência ao elemento. A lente eletroativa 2 pode incluir um controlador (por exemplo, mostrado na FIG. 3A, FIG. 3B, FIG. 5C, e na FIG. 5D), o qual pode ser eletricamente conectado ao elemento eletroativo, por exemplo, através dos eletrodos. O controlador pode ser adaptado para acionar eletricamente os eletrodos para modulação da potência aplicada ao elemento eletroativo. Quando a potência é aplicada ao elemento, por exemplo, acima de um limite predeterminado, o índice de refração do mesmo é alterado. O controlador pode incluir uma eletrônica de acionamento, um suprimento de potência, tal como uma bateria recarregável e outros elementos para acionamento dos eletrodos.

Com referência novamente à FIG. 2A, a lente eletroativa 2 pode ser uma lente eletroativa flexível incluindo um alojamento flexível 4 e um elemento eletroativo flexível 6 embutido no alojamento. O alojamento

flexível pode ter uma potência ótica fixa. O elemento eletroativo pode ter uma potência ótica adaptada para mudar em uma faixa de potência ótica a partir de uma potência ótica mínima até uma potência ótica máxima. Os eletrodos 10
5 podem ser eletricamente conectados ao elemento eletroativo para aplicação de potência a isso. Quando a potência é aplicada ao elemento abaixo de um primeiro limite predeterminado, o elemento pode ter a potência ótica mínima. Quando a potência é aplicada ao elemento acima de
10 um segundo limite predeterminado, o elemento pode ter a potência ótica máxima. A potência ótica fixa pode ser maior do que a potência ótica máxima. Desta forma, a potência ótica fixa pode prover a maioria da potência ótica da lente eletroativa flexível.

15 Na presente invenção, para uma operação à prova de falhas, quando nenhuma potência é aplicada (por exemplo, através dos eletrodos), a perda na potência ótica provida pelo elemento eletroativo pode ser mínima. Por exemplo, a lente 2 pode funcionar como uma lente estática tendo uma
20 potência ótica fixa, por exemplo, adaptada para correção para longe, ou, alternativamente, para uma distância intermediária ou, alternativamente, para perto.

Com referência às FIG. 1, FIG. 2A, FIG. 2B, FIG. 3A, e FIG. 3B, o alojamento 4 pode incluir um filme anterior e um
25 filme posterior para contenção do elemento eletroativo. Por exemplo, cada um dos filmes pode ser de aproximadamente 100 microns de espessura e a lente eletroativa pode ser aproximadamente menor do que ou igual a 500 microns de espessura. Com referência à FIG. 2A e à FIG. 3B, a lente
30 eletroativa pode ser, por exemplo, aproximadamente menor do

que ou igual a 200 microns de espessura no estado desdobrado. A lente eletroativa desdobrada pode ser, por exemplo, de aproximadamente 9 mm de largura e a lente eletroativa dobrada pode ser, por exemplo, menor do que ou
5 igual a aproximadamente 3 mm de largura.

Quando usado como um inlay corneano, o diâmetro da lente eletroativa não deve exceder ao diâmetro da córnea. Em algumas modalidades da invenção, a superfície externa do alojamento pode ser curvada para combinar substancialmente
10 com a curvatura da córnea (quando usado em um inlay corneano) ou com a superfície do olho (quando usado em uma lente de contato).

A FIG. 1 inclui um exemplo das medidas de uma lente eletroativa dobrada 2 em duas dimensões. A dimensão horizontal de uma lente eletroativa dobrada é
15 preferencialmente menor do que ou igual a 2,8 mm, embora outras dimensões possam ser usadas.

Com referência à FIG. 4A e à FIG. 4B, o elemento eletroativo pode incluir múltiplas camadas de cristal líquido ativadas individualmente para a provisão de
20 potências óticas adicionais entre as potências óticas mínima e máxima.

A FIG. 3A e a FIG. 3B mostram uma vista expandida e uma colapsada, respectivamente, de uma lente eletroativa flexível 2 em um estado desdobrado tendo um padrão difrativo de relevo de superfície e uma camada de cristal líquido de acordo com uma outra modalidade da invenção. A lente eletroativa pode ser uma lente flexível incluindo um primeiro filme flexível 8a que tem um padrão difrativo de
25 relevo de superfície 20 que varia com uma profundidade, d,
30

um segundo filme flexível 8b, uma camada de cristal líquido 22 tendo um material eletroativo 16, eletrodos 10, um controlador 12, conexões elétricas 14 e camadas de alinhamento 18. A camada de cristal líquido pode ser

5 disposta entre os primeiro e segundo filmes, os quais podem formar um alojamento flexível 8 para envolvimento da camada. Os filmes podem ser compostos, por exemplo, por polissulfonas, polieterimidas e/ou outros materiais flexíveis.

10 Os eletrodos 10 podem ser eletricamente conectados à camada de cristal líquido para aplicação de potência a ela. O controlador 12 pode ser adaptado para acionar eletricamente os eletrodos para modulação da potência aplicada à camada. A camada de cristal líquido pode ter um

15 índice de refração alterável. Quando uma potência é aplicada à camada, por exemplo, acima de um limite predeterminado, o índice de refração da mesma é alterado.

As camadas de alinhamento 18 podem orientar as moléculas do material eletroativo 16 para a provisão de um

20 índice de refração inicial da camada de cristal líquido 22, quando uma potência abaixo de um primeiro limite predeterminado for aplicada a ela. Um campo elétrico tendo uma potência acima de um segundo limite predeterminado pode ser aplicado (por exemplo, através dos eletrodos) para

25 alinhamento de moléculas de material eletroativo para alteração do índice de refração da camada de cristal líquido.

O índice de refração dos primeiro e segundo filmes tipicamente é fixo. Em um exemplo, o índice de refração da

30 camada de cristal líquido pode alternar entre combinar e

não combinar com o índice de refração fixo dos primeiro e segundo filmes.

Na FIG. 3A e na FIG. 3B, para uma operação à prova de falhas, quando nenhuma potência é aplicada (por exemplo, através dos eletrodos), a camada de cristal líquido pode ter (a título de exemplo apenas) um índice de refração, n , (por exemplo, 1,67 e uma espessura (por exemplo, menos de 10 μm) aproximadamente igual ao padrão difrativo de relevo de superfície 20 do filme. Nesta modalidade, o material que constitui o difrativo de relevo de superfície tem um índice de 1,67. Quando o índice de refração da camada de cristal líquido combinar com o índice de refração do difrativo de relevo de superfície, a lente eletroativa terá uma potência ótica desprezível. Quando o índice do cristal líquido não combina com aquele do material difrativo, a lente eletroativa terá uma potência ótica como aquela criada pelo padrão difrativo.

A FIG. 4A mostra a lente eletroativa flexível 2 em um estado dobrado tendo uma pluralidade de camadas eletroativas, e a FIG. 4B mostra a pluralidade de elementos eletroativos da FIG. 4A. Na FIG. 4A, a lente eletroativa pode incluir um alojamento flexível 4 tendo um índice de refração fixo, uma pluralidade de elementos eletroativos 6a, 6b, 6c e 6d embutidos ali, por exemplo, dispostos em uma configuração empilhada, e os eletrodos 10 independentemente conectados eletricamente a cada um dos elementos eletroativos. Na FIG. 4B, os elementos eletroativos 6a, 6b e 6c podem incluir camadas de material eletroativo 16 separadas por um material de isolamento 24, tal como um filme dielétrico flexível. Na FIG. 4A e na FIG.

4B, os elementos eletroativos podem ser rígidos, flexíveis ou menos flexíveis do que o alojamento.

Na FIG. 4A e na FIG. 4B, cada um dos elementos eletroativos pode ter um índice de refração alterável e pode ser individualmente ativado. Uma vez que cada elemento eletroativo é isolado de um outro, é possível seletivamente ou em qualquer combinação ativar um elemento eletroativo ou elementos. Ao se fazer isso, é possível ter uma combinação aditiva de potências óticas ou prover uma potência ótica única. Isto permite a capacidade de sintonizar a potência ótica da lente ou ótica compreendendo uma camada múltipla empilhada oticamente como essa de elementos eletroativos pós uma implantação cirúrgica.

Os elementos eletroativos podem ser ativados em resposta a um sinal de controle de uma fonte externa para a lente eletroativa. Com referência à FIG. 5A, FIG. 5B, FIG. 5C, e FIG. 5D, a lente eletroativa pode incluir um receptor, tal como um dispositivo de detecção, e/ou um metal de memória, para o recebimento de sinais de controle de uma fonte externa à lente. Os sinais de controle podem ser usados para a modulação da potência aplicada a cada um dos elementos para se sintonizar remotamente a potência ótica dos mesmos.

Com referência, novamente, à FIG. 4A e à FIG. 4B, os elementos eletroativos podem ser empilhados e podem ser individualmente ativados para alteração da potência ótica total da lente eletroativa em qualquer combinação das potências óticas alteráveis dos elementos.

Na FIG. 4B, a lente eletroativa inclui os elementos eletroativos 6a, 6b e 6c que, quando ativados, têm

potências óticas de exemplo de +0,25 D ou -0,25 D, +0,50 D ou - 0,50 D, e +2,50 D ou +1,25 D, respectivamente. Por exemplo, os elementos podem ser ativados em várias combinações para a provisão de uma potência ótica total em uma faixa a partir de uma potência ótica mínima de +0,25 D ou -0,25 D a título de exemplo apenas, pela ativação de um +0,25 D e/ou um -0,25 D, o que for necessário para uma potência ótica máxima de +4,50 D a título de exemplo apenas, pela ativação de uma combinação de um +25 D, um +50 D, um +2,50 D, e um +1,25 D. Neste exemplo, a lente eletroativa pode ter potências óticas em cada incremento de 0,25 D (positivo ou negativo) entre as potências mínima e máxima. Quando cada um dos elementos é individualmente ativado em combinações adequadas, o elemento pode prover um incremento de mudança na potência ótica e a potência ótica total da lente eletroativa pode ser sintonizada para as potências óticas desejadas. O incremento de mudança na potência ótica neste exemplo é de 0,25 D, mas, em certas outras modalidades, é de 0,12 D. Os elementos podem ser adaptados para proverem uma correção para visualização para perto, de distância intermediária e/ou para longe. Pode ser apreciado que os valores usados aqui são pretendidos para demonstração e diferentes potências óticas, incrementos de mudança na potência ótica e/ou números de elementos eletroativos (por exemplo, limitados no tamanho para adaptação ao olho) podem ser usados.

Na presente invenção, um ou mais dos elementos 6c podem ser pixelados. Os eletrodos podem aplicar potência aos elementos pixelados. Pela derivação de certos eletrodos, é possível prover aproximadamente 50% da

potência ótica máxima dos elementos. No exemplo acima, o elemento 6c pode prover uma potência ótica máxima de +2,50 D e uma potência ótica reduzida a 50% de +1,25 D.

Um ou mais dos elementos eletroativos podem compreender um elemento modal. Os elementos modais podem mudar a potência ótica, quando um gradiente de potência elétrico for aplicado a uma lente modal de foco variável. Os elementos modais podem criar uma ótica refrativa usando, por exemplo, um cristal líquido.

Com referência, novamente, à FIG. 4A e à FIG. 4B, os elementos eletroativos 6a, 6b, 6c e 6d podem incluir uma combinação de cristais líquidos dispersos em polímero e cristais líquidos biestáveis. Quando potência suficiente é aplicada a cada um dos elementos (por exemplo, através dos eletrodos), os cristais biestáveis podem ser sintonizados para a obtenção de uma potência ótica desejada, enquanto os cristais líquidos dispersos em polímero podem ser remotamente curados ou fixados no elemento, uma vez que a potência ótica desejada seja fixada. A cura dos cristais pode fixar a orientação das moléculas para a garantia da potência ótica sintonizada, enquanto a lente eletroativa é posicionada ou embutida no olho. Um sinal eletromagnético (por exemplo, um laser) tendo um comprimento(s) de onda seguro(s) para o olho (por exemplo, um comprimento de onda de 1,5 μ m) pode ser usado para a cura remota dos cristais, por exemplo, usando-se um iniciador que seja sensível ao(s) comprimento(s) de onda do sinal eletromagnético. Os cristais líquidos dispersos em polímero podem incluir, por exemplo, uma mistura de uma mistura de cristal líquido nemática E7 (produzida pela Merck) e um adesivo ótico

curado com UV NOA65 (produzido pela Norland Products). Em uma modalidade, o cristal líquido biestável pode ser remotamente sintonizado e o polímero pode ser remotamente curado usando-se dispositivos posicionados externos ao
5 olho, enquanto a lente eletroativa é embutida no olho.

O material de cristal líquido biestável pode ser usado para redução da quantidade de consumo de potência elétrica requerida ao longo do tempo para acionamento da lente eletroativa. Mediante uma aplicação de uma primeira
10 voltagem apropriada a um primeiro limite predeterminado, a orientação geral de cada um dos cristais líquidos biestáveis individuais pode reter uma orientação induzida pela primeira voltagem, uma vez que a voltagem seja removida. Eles podem ser retornados para seu estado
15 original pela aplicação de uma segunda voltagem abaixo de um segundo limite predeterminado. Os cristais líquidos biestáveis podem incluir, por exemplo, um cristal líquido ferroelétrico biestável (SSFLF), o qual é um cristal líquido esmético. O uso de um cristal líquido biestável
20 pode reduzir o consumo de potência elétrica, porque a voltagem pode ser usada para apenas comutar o dispositivo entre seus estados e, tipicamente, não mantém os estados de operação.

As FIG. 5A, FIG. 5B, FIG. 5C e FIG. 5D mostram, cada
25 uma, uma vista dianteira de uma lente eletroativa flexível 2 tendo um elemento eletroativo flexível 6. A lente eletroativa flexível inclui um filme flexível 4 no qual o elemento eletroativo é embutido, uma fonte de potência 26, os eletrodos 10 e um material de metal de memória 28. O
30 material de metal de memória pode orientar a lente

eletroativa para seu estado desdobrado. Por exemplo, a lente eletroativa pode ser dobrada para inserção em uma incisão no olho. Uma vez que a lente eletroativa seja liberada dentro do olho, o material de metal de memória
5 pode desdobrar a lente para seu estado desdobrado para operação no olho.

Com referência à FIG. 5C e à FIG. 5D, a lente eletroativa pode incluir um controlador e/ou uma eletrônica de acionamento 12 e conexões elétricas 14.

10 Os eletrodos 10 podem ser eletricamente conectados ao elemento eletroativo para aplicação de potência a ele. Com referência à FIG. 3A, pelo menos um dos eletrodos pode formar um padrão de relevo, conformando-se ao padrão difrativo de relevo de superfície 20 do primeiro filme 8a.

15 Com referência, novamente, às FIG. 5A, FIG. 5B, FIG. 5C e FIG. 5D, os eletrodos podem incluir uma pluralidade de anéis de eletrodo concêntricos. Quando os eletrodos aplicam potência elétrica ao elemento eletroativo tendo esses anéis, o elemento pode ser provido, desse modo, com
20 propriedades óticas difrativas.

Na presente invenção, os eletrodos podem ser comutados para ligados e desligados em menos de aplicativo um (1) segundo. Os eletrodos podem ser compostos por um material condutivo ou de metal, tal como alumínio, um material
25 oticamente transparente, tal como óxido de índio e estanho (ITO), um material orgânico condutivo, tal como poli(estireno sulfonato) de poli(3,4-etilenodioxitiofeno) (PEDOT:PSS) e/ou nanotubos de carbono. Os eletrodos podem revestir e circundar o material de cristal líquido. O
30 material transparente pode incluir traços finos de metais,

tais como prata ou alumínio para aumento da condutividade. A potência pode ser aplicada através dos eletrodos transparentes para alteração das propriedades óticas da lente eletroativa, conforme descrito aqui. A espessura da
5 camada de eletrodo pode ser, por exemplo, de menos de 1 μ m, mas, preferencialmente, é de menos de 0,1 μ m. O controlador e/ou a eletrônica de acionamento 12, a fonte de potência 26, o material de metal de memória 28 e os outros componentes eletrônicos podem ser conectados aos eletrodos
10 pelas conexões elétricas 14. As conexões elétricas podem incluir pequenos fios ou traços, os quais também podem ser transparentes. Os eletrodos e as conexões elétricas podem ser flexíveis.

Com referência à FIG. 5B e à FIG. 5D, a lente
15 eletroativa pode incluir uma energia cinética 50 eletricamente conectada ao elemento eletroativo para a conversão do movimento do olho em potência elétrica para provisão ao elemento eletroativo da potência elétrica. O acionador de energia cinética pode incluir um condutor e
20 ímãs permanentes localizados no acionador. Quando o condutor se move em relação a um campo magnético produzido pelos ímãs permanentes, a potência elétrica é gerada. Esses acionadores são bem conhecidos na técnica e tipicamente são usados para relógios de pulso acionados sem bateria. Por
25 exemplo, os movimentos dos olhos, tais como movimentos rápidos de olho (REM) podem carregar a fonte de potência 26 (por exemplo, durante os ciclos de sono e/ou desperto).

Com referência à FIG. 5A e à FIG. 5B, a lente
eletroativa pode incluir um filme piezoelétrico 48 para a
30 geração de potência elétrica. O filme piezoelétrico pode

ser adaptado para conexão da lente eletroativa a uma estrutura de olho. A tração do filme piezoelétrico pode ser mudada pelo movimento do olho. O filme pode transduzir a mudança de tração em potência elétrica. Por exemplo, quando
5 o filme piezoelétrico pode ser afixado ao corpo ciliar, à íris, próximo ou na pupila, e a pupila se dilata e/ou contrai, o filme piezoelétrico seria distendido e relaxado, desse modo se produzindo potência elétrica.

Com referência à FIG. 5A e à FIG. 5C, a potência
10 elétrica pode ser gerada usando-se uma célula fotovoltaica de dispositivo de detecção 32. A célula fotovoltaica converte potência solar em potência elétrica, conforme é conhecido na técnica. A célula fotovoltaica pode ser adaptada para carregamento usando-se uma fonte de laser de
15 infravermelho de 1,5 μm (não mostrada), por exemplo, posicionada externa à lente eletroativa. O laser pode ser montado, por exemplo, em um par de óculos adaptados para recarregamento da fonte de potência, quando usado por um usuário.

20 Em cada uma destas modalidades, a potência elétrica gerada pode ser armazenada na fonte de potência 26. A fonte de potência pode incluir uma bateria, tal como uma bateria de filme fino, a qual pode ser recarregável e/ou flexível. A bateria de filme fino pode ser carregada de forma
25 indutiva pelo carregamento remoto. Em uma modalidade, um travesseiro habilitado de forma indutiva (não mostrado) provê uma carga indutiva, enquanto o usuário de uma lente eletroativa como essa estiver dormindo.

Em uma modalidade, o material de metal de memória 28
30 pode ser usado para orientação da lente eletroativa em

direção ao estado desdobrado.

Em uma outra modalidade, o material de metal de memória pode ser usado para o recebimento de sinais de controle de uma fonte externa à lente eletroativa. O controlador 12 pode usar os sinais de controle para a modulação de potência aplicada ao elemento eletroativo. O material de metal de memória pode ser eletricamente conectado ao controlador e ao elemento eletroativo. Por exemplo, o material de metal de memória pode funcionar como uma antena, um capacitor, uma bobina indutiva ou similar.

Em uma outra modalidade, o material de metal de memória pode ser usado para carregamento da fonte de potência 26. O material de memória pode formar uma bobina e/ou uma antena e pode ser adaptado para carregar de forma indutiva a fonte de potência usando-se potência elétrica transmitida de forma sem fio a partir de um dispositivo externo à lente eletroativa.

Ainda em uma outra modalidade, o material de metal de memória pode ser usado para a programação e/ou a reprogramação do controlador e/ou da eletrônica de acionamento.

O material de metal de memória pode ser composto, por exemplo, por titânio - paládio - níquel, níquel - titânio - cobre, ouro - cádmio, ferro - zinco - cobre - alumínio, titânio - nióbio - alumínio, háfnio - titânio - níquel, níquel - titânio - cobre, ouro - cádmio, ferro - zinco - cobre - alumínio, níquel - titânio e/ou ferro - manganês - silício, ou qualquer combinação dos mesmos.

Com referência, novamente, à FIG. 5A e à FIG. 5C, a lente eletroativa pode incluir um dispositivo de detecção

32 para a detecção de uma informação sensorial. O dispositivo de detecção pode incluir, por exemplo, um ou mais dos dispositivos a seguir: uma célula fotovoltaica ou fotossensível a UV, um comutador basculante, um sensor de
5 luz, um dispositivo de descoberta de faixa passiva, um dispositivo de descoberta de faixa de tempo de voo, um rastreador de olho, um detector de visão, o qual detecta para onde um usuário pode estar olhando, um acelerômetro, um comutador de proximidade, um comutador físico, um
10 controle de supressão manual, um comutador capacitivo, o qual comuta quando um usuário toca a ponte do nariz ou similar.

O dispositivo de detecção pode incluir dois ou mais arranjos de fotodetector com uma lente de focalização
15 posicionada sobre cada arranjo para medição de distâncias. Um algoritmo de soma de diferenças pode ser usado para se determinar qual arranjo tem a relação de contraste mais alta para a determinação da distância na qual um objeto está posicionado a partir da lente eletroativa.

20 O dispositivo de detecção pode incluir um descobridor de faixa para a detecção de distâncias para focalização da lente eletroativa e/ou de uma célula solar para a detecção da luz ambiente e/ou incidente na lente eletroativa.

O dispositivo de detecção pode incluir um giroscópio
25 de sistema microeletromecânico (MEMS) adaptado para a detecção de inclinações de cabeça ou enciclo-rotação do olho, uma ilustração disso sendo mostrada na FIG. 6. Além disso, o dispositivo de detecção pode incluir um mecanismo de sincronismo que pode ser usado em combinação com o
30 giroscópio para a distinção de uma mudança na distância

vista a partir dos efeitos de flexão ou outros movimentos.

Em resposta à detecção, o dispositivo de detecção pode disparar a ativação e/ou a desativação de um ou mais dos elementos mencionados anteriormente da lente eletroativa, 5 por exemplo, pela alteração da potência elétrica aplicada a ele. O dispositivo de detecção pode ser acoplado direta ou indiretamente às conexões eletrônicas e/ou elétricas para acionamento elétrico dos eletrodos. Em uma modalidade, o dispositivo de detecção pode detectar a distância de 10 focalização na qual um usuário está vendo e pode alterar ou manter a potência ótica do elemento eletroativo de modo conforme. Em um exemplo, se o dispositivo de detecção detectar que o usuário está focalizando na faixa para perto, a potência ótica do elemento poderá ser alterada de 15 modo que a lente eletroativa proveja uma correção para uma visão para perto.

Na presente invenção, a lente eletroativa ainda pode incluir um comutador remoto de supressão (não mostrado) para se suprimirem manualmente e comutarem os estados 20 óticos da lente eletroativa. Por exemplo, o comutador remoto pode ativar, desativar ou regular uma potência ótica desejada. Quando o comutador remoto está ativado, um sinal de comutação remota pode ser enviado para a lente eletroativa através de uma antena formada a partir do 25 material de metal de memória 28.

Com referência novamente à FIG. 5C e à FIG. 5D, a lente eletroativa pode incluir aberturas 34 para se permitir que produtos nutrientes e de resíduo celular produzidos pelo corpo passem através da lente eletroativa. 30 As aberturas podem ser membranas semipermeáveis que

permitem a passagem de materiais através dali, com base no tamanho das moléculas de material. As aberturas e/ou os poros podem ser perfurados, usinados ou estampados. Tipicamente, as aberturas e os poros podem estar

5 localizados em áreas não elétricas ou de outra forma não críticas da lente eletroativa, tal como próximo do eixo geométrico pupilar, onde os eletrodos não se estendem ou aplicam potência. Essas aberturas são bem conhecidas na técnica com respeito a inlays corneanos não eletroativos.

10 A FIG. 7A e a FIG. 7B mostram, cada uma, uma vista dianteira da lente eletroativa flexível 2 tendo um eixo geométrico A e uma vista em seção transversal AA da lente eletroativa flexível 2 tomada no eixo geométrico A. A lente eletroativa inclui um filme flexível 4 e um elemento

15 eletroativo 6 embutido no filme. A FIG. 7A inclui um envoltório 36 disposto entre o filme flexível e o elemento eletroativo. Assim, o elemento é circundado pelo envoltório, o qual, por sua vez, é circundado pelo alojamento flexível. O envoltório pode ser uma barreira de

20 proteção repelente de água composta, por exemplo, por um material acrílico hidrofílico. Em uma modalidade, o alojamento flexível pode ser composto, por exemplo, por silicone ou um material acrílico hidrofóbico. Tipicamente, os materiais acrílicos hidrofílicos têm índices

25 relativamente baixos de refração e são moderadamente rígidos. Tipicamente, os materiais acrílicos hidrofóbicos têm índices relativamente mais altos de refração e são flexíveis.

O alojamento 4 pode ser composto por uma membrana

30 semipermeável. O alojamento pode ser revestido com

materiais que são biocompatíveis com objetos anatômicos no olho. Os materiais biocompatíveis podem incluir, por exemplo, fluoreto de polivinilideno ou um perfluoroéter microporoso não de hidrogel. O alojamento opcionalmente
5 pode ser revestido com um selante para se evitar ou retardar a lixiviação de materiais da lente eletroativa. O alojamento flexível 4 pode ser uma substância semipermeável. O elemento eletroativo de cristal líquido e a eletrônica associada podem ser hermeticamente selados
10 para se evitar uma lixiviação para o olho ao longo do tempo.

Com referência, novamente, à FIG. 5A e à FIG. 5B, a lente eletroativa pode incluir háptica 30 para a estabilização da lente em uma localização desejada no olho,
15 conforme é bem conhecido na técnica. A háptica também pode incluir uma antena e/ou laços de recarga para o recebimento de sinais de controle de um dispositivo externo à lente eletroativa.

A lente eletroativa pode incluir lentes intraoculares,
20 as quais podem ser implantadas com a maior centralização possível (um alinhamento de um eixo geométrico de centro da lente com um eixo geométrico de centro ou o eixo geométrico pupilar do olho), para a provisão dos melhores resultados óticos. Em uma modalidade preferida da presente invenção, a
25 lente eletroativa ou um saco capsular alojando a lente eletroativa deve ser implantado diretamente atrás da pupila com a maior centralização possível. A háptica 30 pode ser usada para a centralização da lente eletroativa dentro do saco capsular. Alternativamente, a háptica pode ser afixada
30 diretamente ao olho, por exemplo, no músculo ciliar,

estendendo-se para fora do saco capsular. Devido à assimetria anatômica no olho, a lente eletroativa pode ser implantada fora de centro em relação ao eixo geométrico pupilar. Uma descentralização adicional pode ser encontrada dentro do saco capsular (por exemplo, em um desalinhamento de um eixo geométrico de centro do saco capsular com um eixo geométrico de centro da lente eletroativa inserida ali) e com uma pupila desalinhada (tendo um eixo geométrico pupilar curvado ou desalinhado). O olho tipicamente é tolerante a quantidades moderadas de descentralização. Devido à assimetria anatômica, um olho natural e não alterado pode ter aproximadamente 0,1 ou 0,2 mm de descentralização. A lente eletroativa preferencialmente pode acomodar pelo menos 1 mm de descentralização.

A lente eletroativa pode ser implantada em um olho já tendo um implante de lente para correção de uma disfunção ótica provida pelo implante de lente existente (não mostrado). Esta técnica pode ser referida como implante de lente em "nas costas". A lente eletroativa pode ser implantada na frente do implante de lente existente (por exemplo, mais próximo da superfície exposta do olho), por exemplo, para a câmara posterior no sulco ciliar. Em outras modalidades, a lente eletroativa pode ser implantada atrás do implante de lente existente (por exemplo, mais distante da superfície exposta do olho). Em qualquer uma das modalidades acima, a lente eletroativa pode ser usada em combinação com uma outra, por exemplo, lente de cristalino fixa. A lente pode ser posicionada na câmara anterior ou posterior do sulco ciliar.

Quando as modalidades descritas aqui são usadas como

uma lente de contato, a lente pode incluir uma camisa hidrofílica macia afixada na ou próximo da periferia de lente para estabilização da lente na posição centralizada desejada. A lente de contato pode ser estabilizada ainda
5 por ter uma região de orientação pesada ou uma superfície de afixação truncada. A lente de contato pode ser carregada de forma indutiva por um estojo de lente de contato (não mostrado), por exemplo, quando a lente estiver localizada no estojo. O dispositivo de detecção 32 da lente de contato
10 (por exemplo, um fotodetector) pode estar localizado em ou sobre a superfície da lente de contato ou camisa afixada, em uma localização espaçada do eixo geométrico pupilar para não interferirem com a visão de um usuário. Em uma modalidade, os parâmetros e/ou componentes de adaptação de
15 dimensões podem ser personalizados, de acordo com as necessidades anatômicas e/ou as preferências de um usuário.

A FIG. 8A, a FIG. 8B e a FIG. 8C mostram, cada uma, o posicionamento da lente eletroativa 2 em um olho 38 tendo tamanhos diferentes de pupila. A FIG. 8A mostra uma pupila
20 dilatada tendo um tamanho relativamente grande. A FIG. 8B mostra uma pupila que tem um tamanho relativamente moderado. A FIG. 8C mostra uma pupila que tem um tamanho relativamente pequeno. As FIG. 8A, FIG. 8B e FIG. 8C mostram, cada uma, as localizações relativas da pupila 40, da íris 42, do limbo 44 e da esclera 46 no olho. A lente
25 eletroativa pode incluir um alojamento flexível 4 e um elemento eletroativo 6. Conforme o tamanho da pupila diminui, a lente cobre uma percentagem aumentada da pupila 40 ou da abertura do olho.

30 Em muitas das modalidades acima, um material

cristalino líquido pode ser usado. Os cristais líquidos incluem um estado de agregação que é intermediário entre um sólido cristalino e um líquido amorfo. Muitos cristais líquidos são compostos por moléculas tipo de haste e
5 classificados amplamente como: nemáticos, colestéricos e esméticos.

A lente eletroativa pode ser usada para a correção de erros refrativos do olho, incluindo presbiopia, miopia, hiperopia, astigmatismo e aberrações de ordem mais alta.

10 Quando usado aqui, uma distância de visualização para perto pode descrever distâncias de 18 polegadas (45,72 centímetros) a até aproximadamente 12 polegadas (30,48 centímetros) de um ponto de visão; uma distância de visualização intermediária pode descrever distâncias
15 maiores do que 18 polegadas (45,72 centímetros) a 29 polegadas (73,66 centímetros), e uma distância de visualização para longe pode descrever distâncias maiores do que aproximadamente 29 polegadas (73,66 centímetros) da face de alguém.

20 Embora a invenção tenha sido descrita com respeito a um número limitado de modalidades, será apreciado que muitas variações, modificações e outras aplicações da invenção podem ser feitas. Será apreciado por pessoas versadas na técnica que se pretende que as reivindicações
25 em apenso cubram todas essas modificações e mudanças, conforme caírem no verdadeiro espírito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Lente eletroativa flexível, caracterizada pelo fato de compreender:

5 uma ótica refrativa flexível que tem um índice de refração fixo;

um elemento eletroativo embutido na referida ótica refrativa flexível, onde o referido elemento eletroativo tem um índice de refração alterável; e

10 um controlador eletricamente conectado ao referido elemento eletroativo, onde quando uma potência é aplicada a ele, o índice de refração do referido elemento eletroativo é alterado.

2. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o referido
15 elemento eletroativo ser menos flexível do que a referida ótica refrativa flexível.

3. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o referido elemento eletroativo não ser flexível.

20 4. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o referido elemento eletroativo ser tão flexível quanto a referida ótica refrativa flexível.

5. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
25 Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a referida ótica refrativa flexível compreender pelo menos um material de polissulfona e um de polieterimida.

6. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a maior parte
30 da potência ótica ser provida pela referida ótica refrativa

flexível.

7. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de ainda compreender uma célula fotovoltaica conectada ao referido elemento eletroativo para a provisão de potência a ele.

8. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de ainda compreender um acionador de energia cinética eletricamente conectado ao referido elemento eletroativo para conversão do movimento do olho em potência elétrica para provisão do referido elemento eletroativo com a referida potência elétrica.

9. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de ainda compreender um filme piezoelétrico adaptado para conexão da lente a uma estrutura do olho, onde a tração do referido filme piezoelétrico é mudada pelo movimento do olho para transdução da referida mudança na tração em potência elétrica.

10. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o referido elemento eletroativo ser adaptado para uma sintonização remota.

11. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a lente ser uma dentre uma lente intra-ocular, uma ótica intra-ocular, uma lente de contato, um inlay corneano e um onlay corneano.

12. Lente eletroativa flexível, caracterizada pelo fato de compreender:

um alojamento flexível que tem uma potência ótica

fixa;

um elemento eletroativo flexível embutido no referido alojamento, onde o referido elemento eletroativo tem uma potência ótica adaptada para mudar em uma faixa de potência
5 ótica a partir de uma potência ótica mínima até uma potência ótica máxima, onde a referida potência ótica fixa é maior do que a referida potência ótica máxima.

13. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de ainda
10 compreender uma célula fotovoltaica conectada ao referido elemento eletroativo para a provisão de potência a ele.

14. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de ainda compreender um acionador de energia cinética eletricamente
15 conectado ao referido elemento eletroativo para conversão do movimento do olho em potência elétrica para provisão de potência para ele, onde o referido acionador de energia cinética é adaptado para converter o movimento do olho em potência elétrica.

20 15. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de ainda compreender um filme piezoelétrico eletricamente conectado ao referido elemento eletroativo para a provisão de potência a ele, onde a tração do referido filme
25 piezoelétrico é mudada pelo movimento do olho para transdução da referida mudança na tração em potência elétrica.

16. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de ainda
30 compreender eletrodos conformados em anel concêntricos

eletricamente conectados ao referido elemento eletroativo, onde quando uma potência elétrica é aplicada ao referido elemento eletroativo o referido elemento é difrativo.

17. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
5 Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de ainda compreender um filme flexível.

18. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 17, caracterizada pelo fato de o referido filme flexível compreender pelo menos um dentre uma
10 polissulfona e um material de polieterimida.

19. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de o referido alojamento compreender uma ótica refrativa.

20. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
15 Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de ainda compreender um alojamento rígido, onde a lente é embutida no referido alojamento rígido para uso como uma lente de óculos.

21. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
20 Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de o referido elemento eletroativo ser menos flexível do que o referido alojamento.

22. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de o referido
25 elemento eletroativo ser tão flexível quanto o referido alojamento.

23. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de ainda compreender um metal de memória.

30 24. Lente eletroativa flexível, de acordo com a

Reivindicação 12, caracterizada pelo fato de a lente ser uma dentre uma lente intra-ocular, uma ótica intra-ocular, uma lente de contato, um inlay corneano e um onlay corneano.

5 25. Lente eletroativa flexível, caracterizada pelo fato de compreender:

uma ótica refrativa flexível;

um elemento eletroativo rígido embutido no referido alojamento flexível, onde o referido elemento eletroativo
10 rígido tem um índice de refração alterável; e

um controlador eletricamente conectado ao referido elemento eletroativo rígido, onde quando uma potência é aplicada a ele, o índice de refração do referido elemento eletroativo rígido é alterado.

15 26. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 25, caracterizada pelo fato de ainda compreender um acionador de energia cinética eletricamente conectado ao referido elemento eletroativo rígido para conversão do movimento do olho em potência elétrica para
20 provisão do referido elemento eletroativo rígido com a referida potência elétrica.

27. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 25, caracterizada pelo fato de ainda compreender uma célula fotovoltaica eletricamente conectada
25 ao referido elemento eletroativo rígido para a provisão de potência a ele.

28. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 25, caracterizada pelo fato de ainda compreender um filme piezoelétrico adaptado para conexão da
30 lente a uma estrutura do olho, onde a tração do referido

filme piezoelétrico é mudada pelo movimento do olho para transdução da referida mudança na tração em potência elétrica.

29. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
5 Reivindicação 25, caracterizada pelo fato de o referido alojamento flexível compreender pelo menos um dentre uma polissulfona e um material de polieterimida.

30. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
10 Reivindicação 25, caracterizada pelo fato de o referido elemento eletroativo ser adaptado para uma sintonização remota.

31. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
15 Reivindicação 25, caracterizada pelo fato de a lente ser uma dentre uma lente intra-ocular, uma ótica intra-ocular, uma lente de contato, um inlay corneano e um onlay corneano.

32. Lente eletroativa flexível, caracterizada pelo fato de compreender:

20 um primeiro filme flexível que tem um padrão difrativo de relevo de superfície;

um segundo filme flexível;

uma camada de cristal líquido disposta entre os referidos primeiro e segundo filmes, onde a referida camada de cristal líquido tem um índice de refração alterável; e

25 eletrodos eletricamente conectados à referida camada de cristal líquido, onde quando uma potência é aplicada a ela, o índice de refração da referida camada de cristal líquido é alterada.

33. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
30 Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de cada um dos

referidos primeiro e segundo filmes flexíveis ser adaptado para um movimento entre um estado dobrado e um desdobrado e a lente ainda compreender um material de metal de memória para orientação da lente em direção ao referido estado desdobrado.

34. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de os referidos primeiro e segundo filmes compreenderem pelo menos um dentre uma polissulfona e um material de polieterimida.

35. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de ainda compreender um acionador de energia cinética conectado eletricamente à referida camada de cristal líquido para conversão do movimento do olho em potência elétrica para provisão à referida camada de cristal líquido de potência elétrica.

36. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de ainda compreender uma célula fotovoltaica eletricamente conectada à referida camada de cristal líquido para a provisão de potência para ela.

37. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de ainda compreender um filme piezoelétrico adaptado para conexão da lente a uma estrutura do olho, onde a tração do referido filme piezoelétrico é mudada pelo movimento do olho para a transdução da referida mudança de tração em potência elétrica.

38. Lente eletroativa flexível, de acordo com a Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de a lente ser

uma dentre uma lente intra-ocular, uma ótica intra-ocular, uma lente de contato, um inlay corneano e um onlay corneano.

39. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
5 Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de a lente ser uma lente interocular.

40. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de ainda compreender um alojamento rígido, onde a referida lente
10 eletroativa flexível é embutida no referido alojamento rígido para uso como uma lente de óculos.

41. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de o referido índice de refração da referida camada de cristal líquido
15 ser adaptada para sintonização remota.

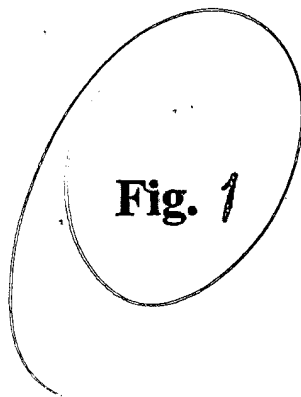
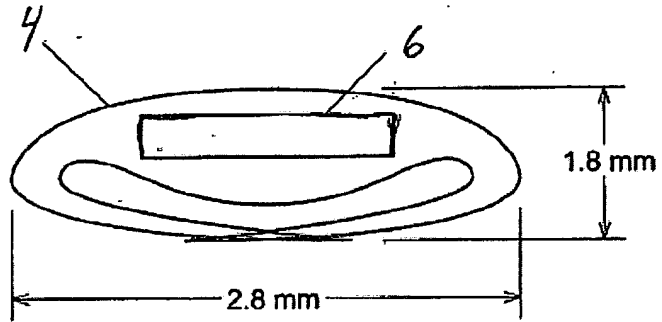
42. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de a referida camada de cristal líquido compreender cristais líquidos biestáveis.

20 43. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de pelo menos um dos referidos eletrodos compreender um eletrodo padronizado.

44. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
25 Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de os referidos eletrodos compreenderem óxidos condutivos transparentes.

45. Lente eletroativa flexível, de acordo com a
Reivindicação 32, caracterizada pelo fato de os referidos eletrodos serem flexíveis.

2 →



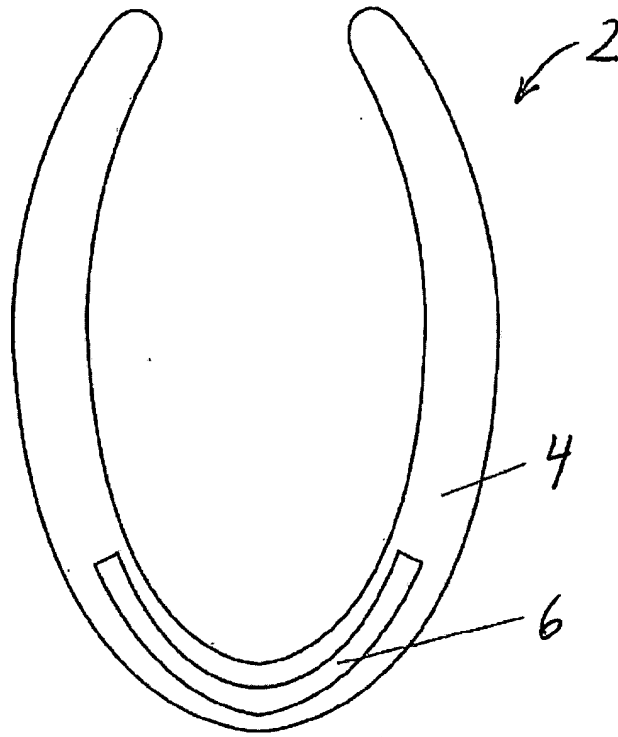


Fig. 2A

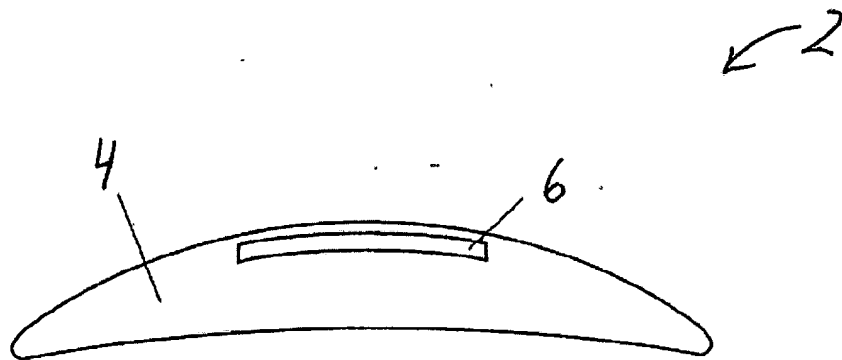


Fig. 2B

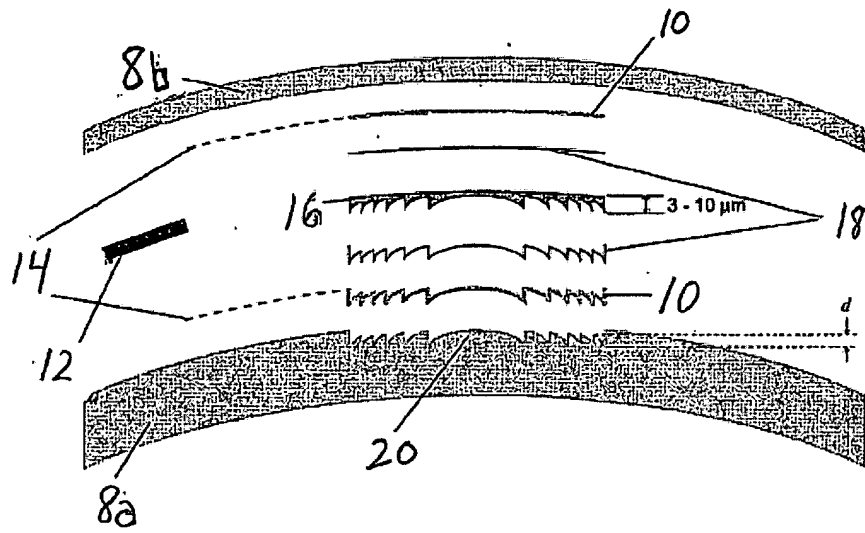


Fig. 3A

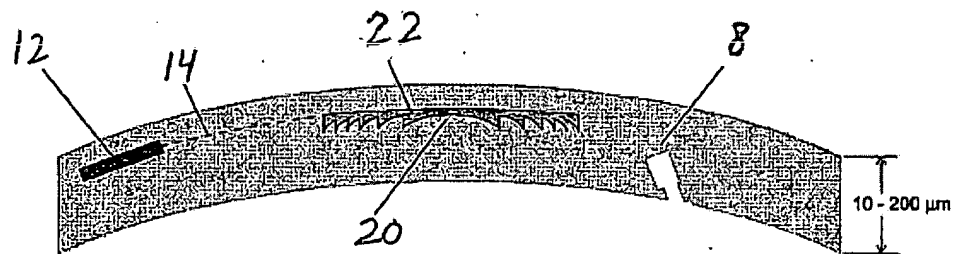


Fig. 3B

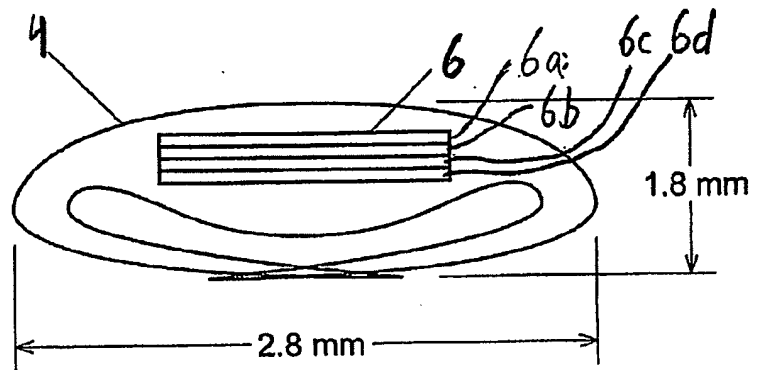


Fig. 4 A

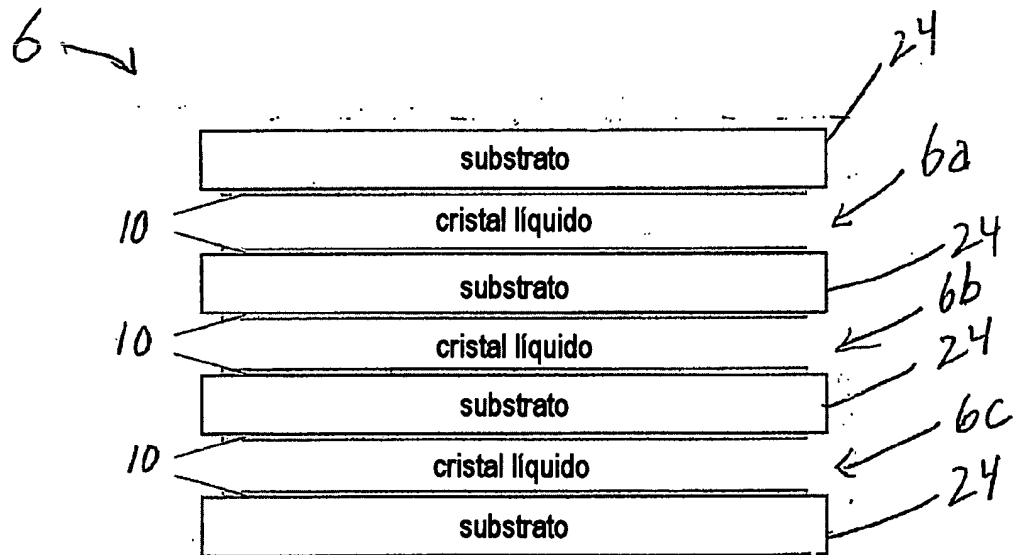


Fig. 4 B

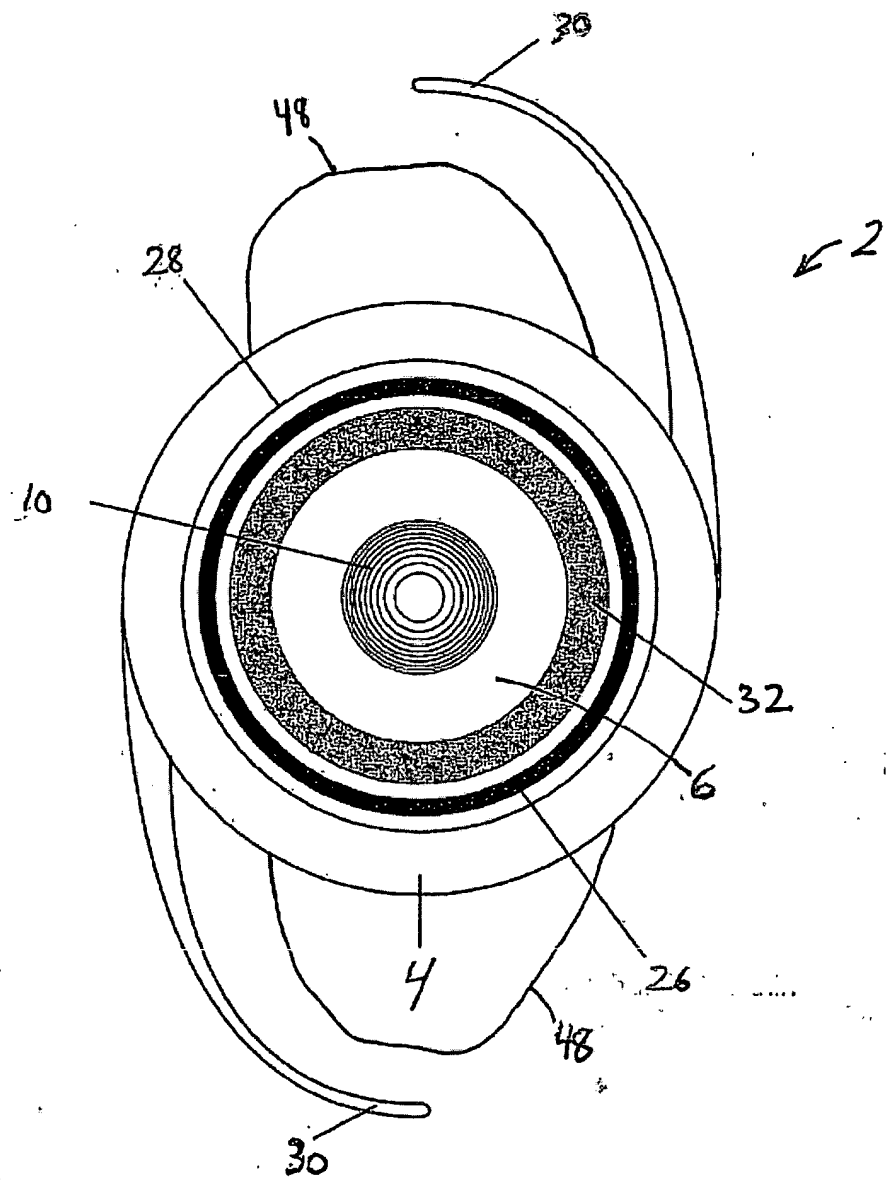
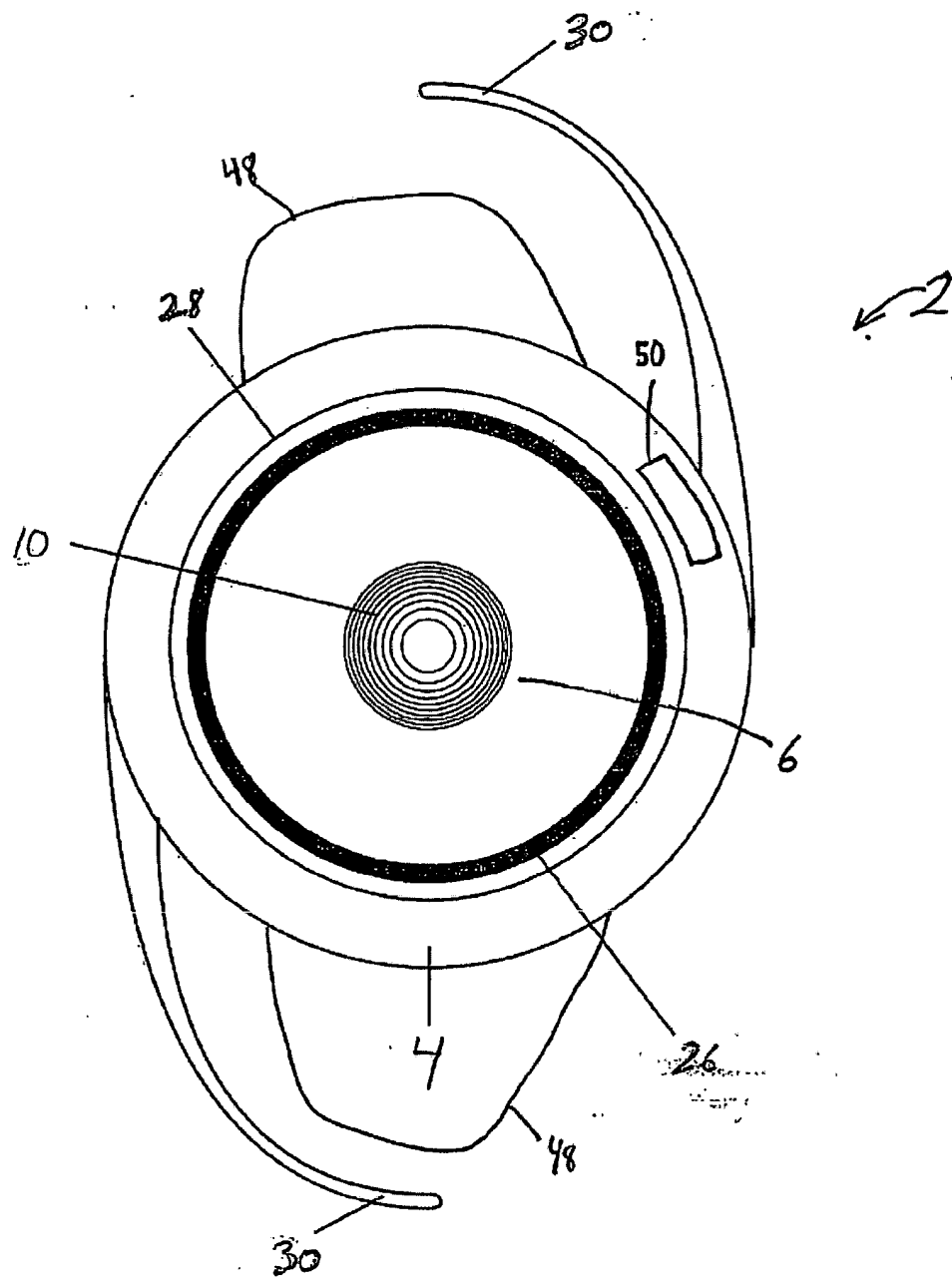
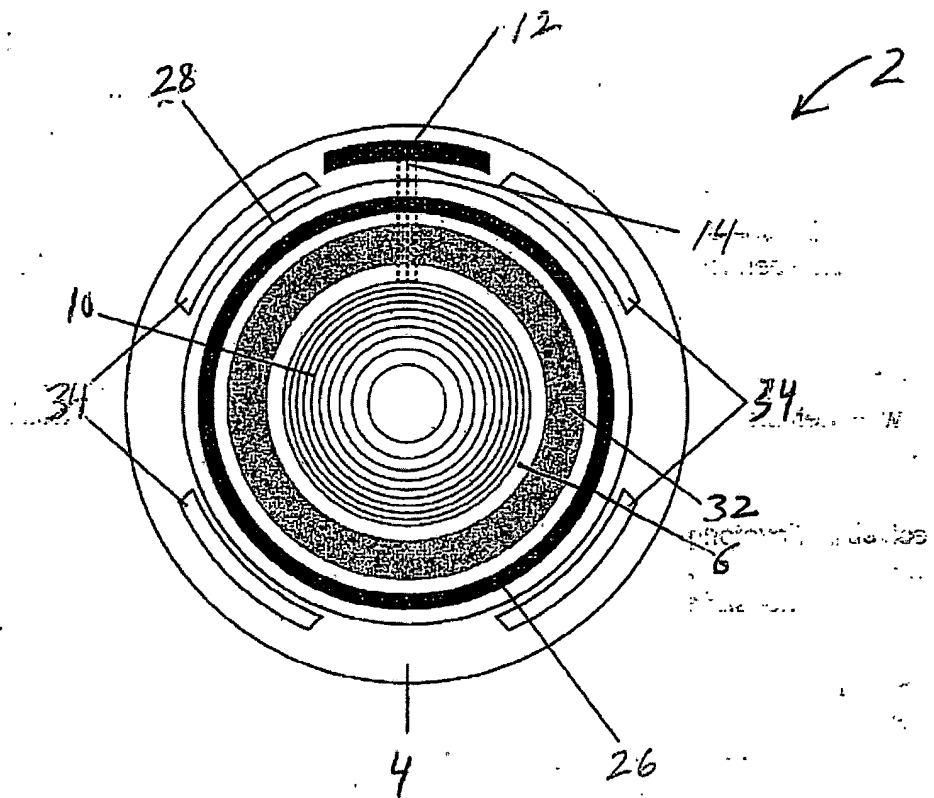
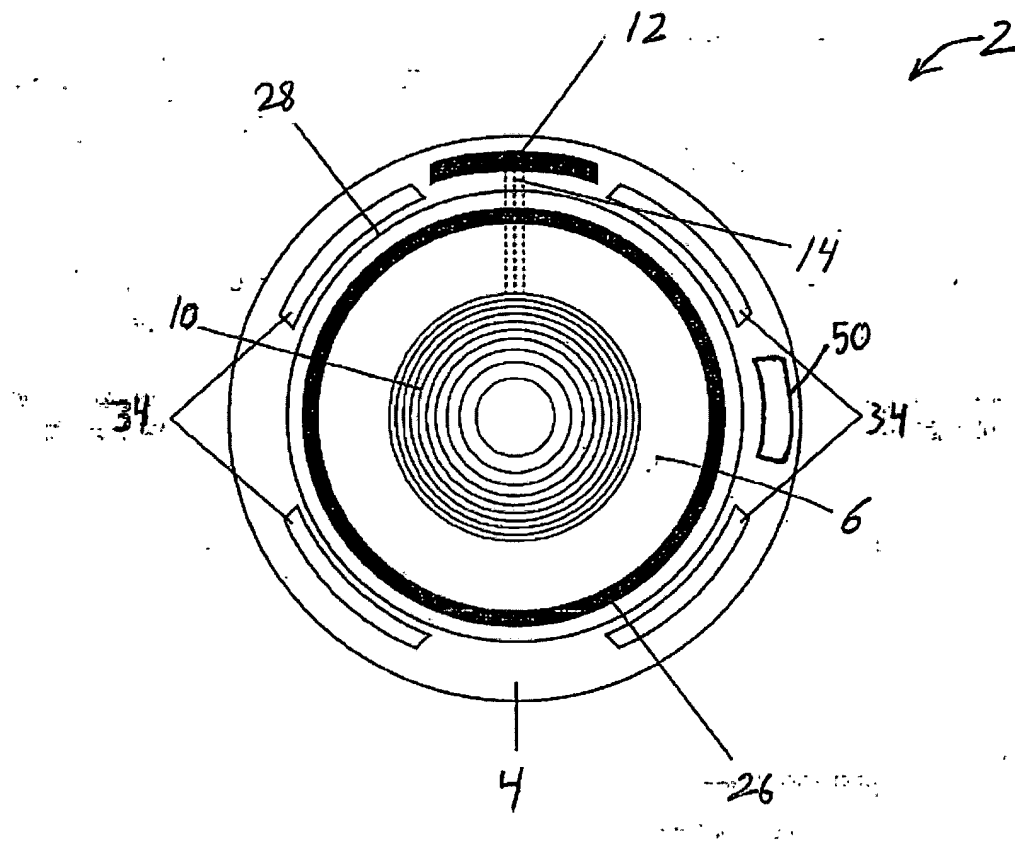


Fig. 5A

**Fig. 5B**

**Fig. 5C**

**Fig. 5D**

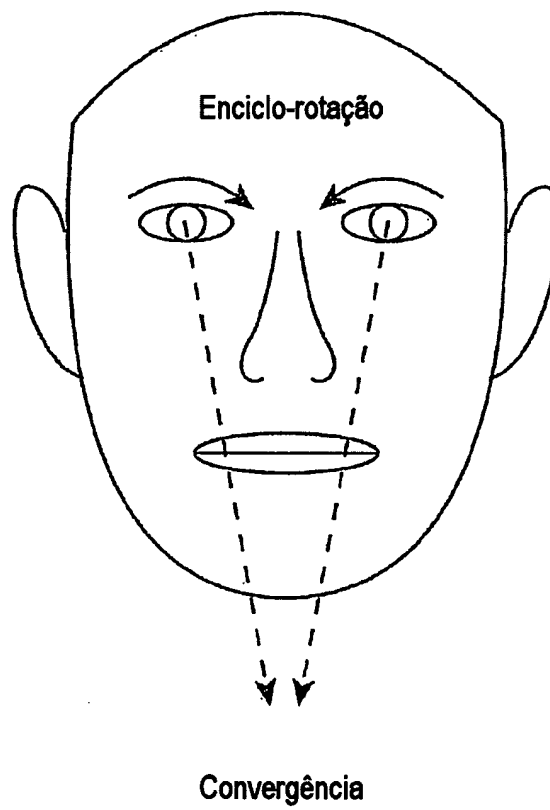
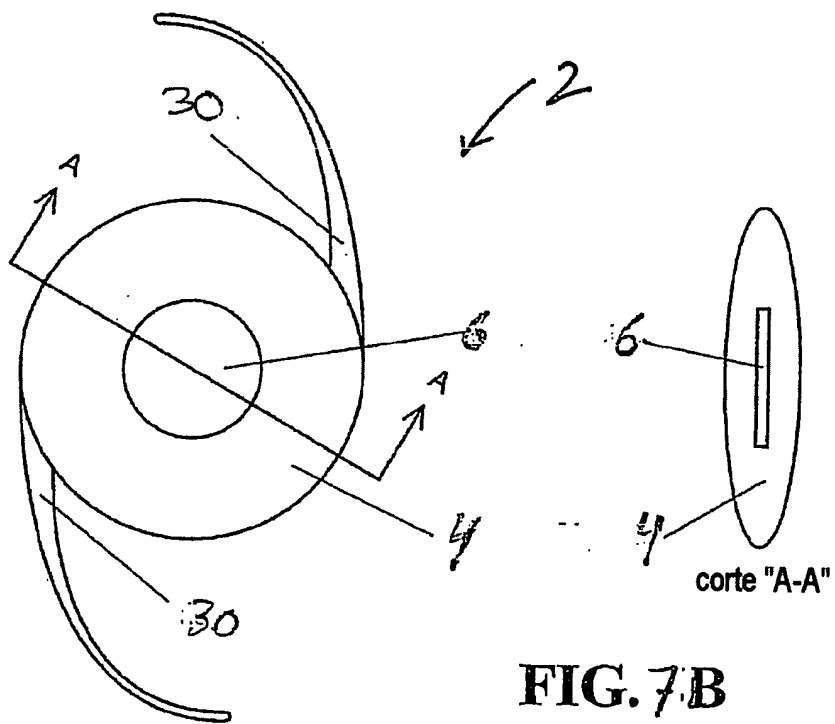
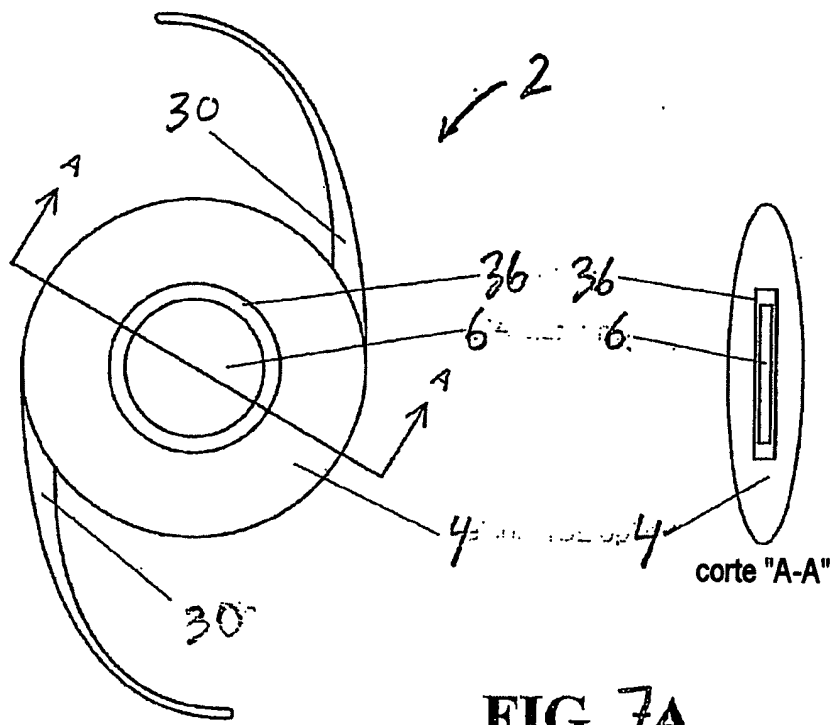


Fig. 6



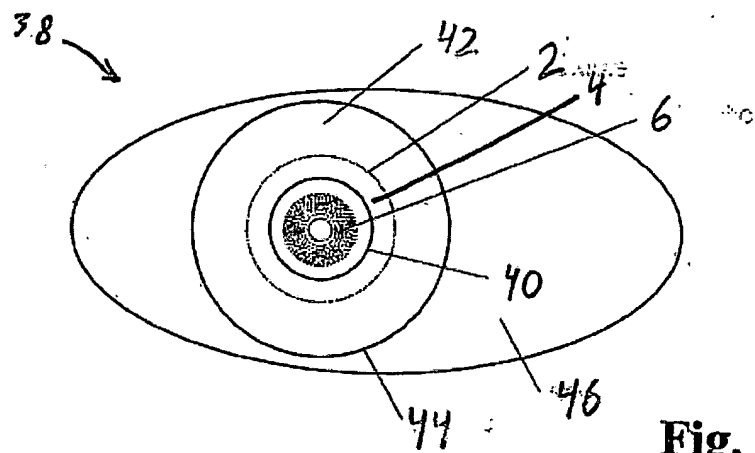


Fig. 8A

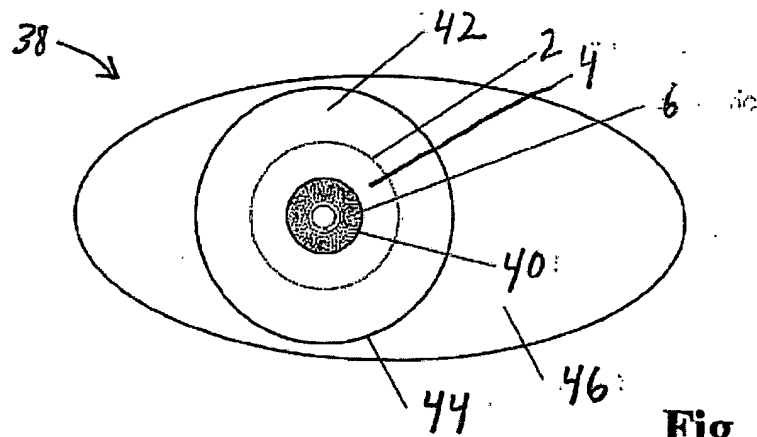


Fig. 8B

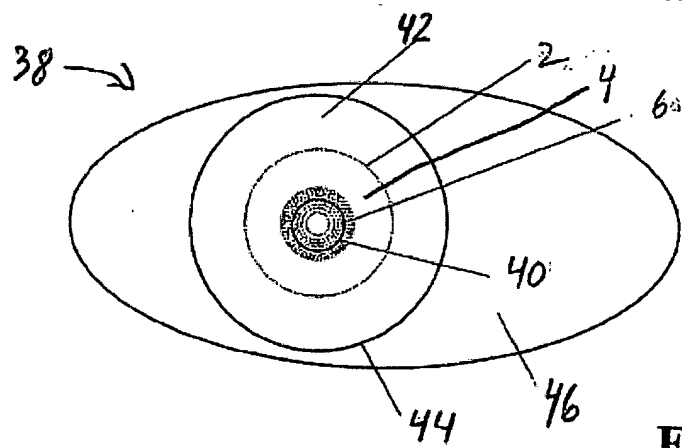


Fig. 8C

RESUMO**LENTE ELETROATIVAS FLEXÍVEIS**

Uma lente que inclui uma ótica refrativa flexível que tem um índice de refração fixo, um elemento eletroativo embutido na ótica refrativa flexível, onde o elemento eletroativo tem um índice de refração alterável, e um controlador eletricamente conectado a um elemento eletroativo, onde quando a potência é aplicada a ele, o índice de refração do elemento eletroativo é alterada.