

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2010.05.26	(73) Titular(es): SEE AGAIN EUROPE LIMITED	
(30) Prioridade(s): 2009.05.27 GB 0909062	4 CURLEW CLOSE TYTHERINGTON	
(43) Data de publicação do pedido: 2012.04.04	MACCLESFIELD, CHESHIRE SK10 2SX	GB
(45) Data e BPI da concessão: 2015.10.28 031/2016	(72) Inventor(es): BRENDAN JOSEPH MORIARTY	GB
	(74) Mandatário: NUNO MIGUEL OLIVEIRA LOURENÇO	
	RUA CASTILHO, Nº 50 - 9º 1269-163 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **SISTEMAS E MÉTODOS DE LENTE INTRAOCULAR**

(57) Resumo:

UMA LENTE INTRAOCULAR (31) QUE PODE SER UTILIZADA COMO UMA LENTE POSTERIOR NUM TREM DE LENTE INCLUINDO UMA LENTE ANTERIOR CONVERGENTE (20) E LENTE POSTERIOR DIVERGENTE (31) EM QUE OS EIXOS ÓTICOS/FOCAIS DAS DUAS LENTES NÃO SÃO COINCIDENTES DE TAL FORMA QUE O PONTO FOCAL (9) DA LENTE TREM É DESVIADO DO EIXO FOCAL DA LENTE ANTERIOR. OS RAIOS DE LUZ (50) INCIDENTES SOBRE A LENTE ANTERIOR PARALELA AO SEU EIXO CENTRAL PODEM, ASSIM, SER DIRECIONADOS (51) PARA AS PARTES DA RETINA DESLOCADAS DA FÓVEA, ONDE A MÁCULA PODE NÃO TER DEGENERADO.

RESUMO

"SISTEMAS E MÉTODOS DE LENTE INTRAOCULAR"

Uma lente intraocular (31) que pode ser utilizada como uma lente posterior num trem de lente incluindo uma lente anterior convergente (20) e lente posterior divergente (31) em que os eixos óticos/focais das duas lentes não são coincidentes de tal forma que o ponto focal (9) da lente trem é desviado do eixo focal da lente anterior. Os raios de luz (50) incidentes sobre a lente anterior paralela ao seu eixo central podem, assim, ser direcionados (51) para as partes da retina deslocadas da fóvea, onde a mácula pode não ter degenerado.

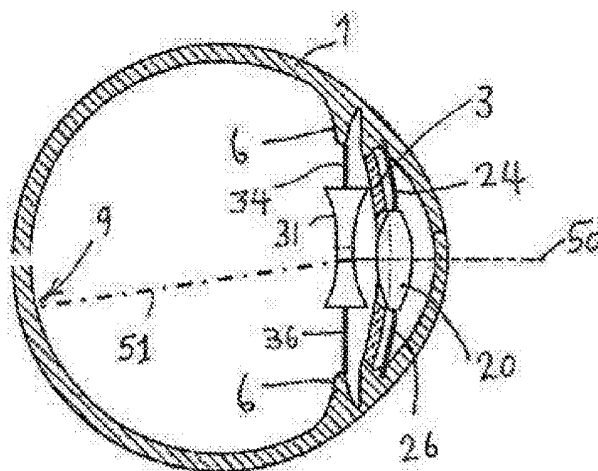


FIGURA 5

DESCRIÇÃO

"SISTEMAS E MÉTODOS DE LENTE INTRAOCULAR"

A presente invenção refere-se a lentes intraoculares, métodos para a sua utilização e métodos para o seu fabrico. A Figura 1 ilustra esquematicamente uma vista em corte transversal de um olho natural (1), tal como um olho humano. O olho inclui uma córnea (2), uma íris (3), uma lente (4) definindo um eixo ótico central (5), um sulco ciliar (6) ligado à lente por um ligamento zonal (7), uma retina (8) com uma mácula (9) na sua região central centrada sobre uma fóvea (10) onde o eixo central (5) da lente intersesta a retina. Uma câmara anterior (11) é delimitada pela córnea e a íris. Uma câmara posterior (12) é delimitada pela íris e a retina, e contém a lente. Raios de luz (não mostrado) paralelos ao eixo central da lente e incidentes sobre a córnea são capazes de ser focados pelo Poder de refração da córnea e da lente incidente sobre a mácula na fóvea do olho. Raios de luz atingindo a córnea obliquamente são desfocados e fornecem visão periférica menos acentuada.

A degeneração ou lesão da retina na mácula (conhecida como degeneração da mácula) reduz a capacidade da retina para detetar a luz aí incidente. Tal reduz grandemente a acuidade visual ao degenerar essas regiões da retina sobre as quais o olho é disposto de modo a formar imagens focadas. Tal degeneração resulta tipicamente num ponto desfocado ou ponto escuro formando-se no centro de visão onde, antes da degeneração, estaria uma imagem focada. A visão periférica permanece praticamente inalterada. US4955902 divulga uma lente intraocular anterior descentrada utilizável para corrigir miopia elevada de uma

lente natural intacta num olho tendo uma pupila descentrada. US2006/0229720 divulga um dispositivo intraocular incluindo um prisma e amplificador evasivo.

A invenção tem como objetivo proporcionar meios e métodos que podem ser úteis na resolução do problema de superar a perda da acuidade visual através de degeneração macular.

Em oftalmologia, o termo "háptico" é utilizado para se referir a um membro, braço ou mola de suporte que é utilizado para segurar uma lente artificial no interior de um olho (por exemplo, após a remoção cirúrgica de cataratas ou da lente natural por outras razões).

Na sua forma mais geral, a invenção proposta é um meio e métodos que envolvem uma lente intraocular que pode ser utilizada como uma lente posterior em um trem de lente (por exemplo, intraocular), incluindo uma lente convergente anterior e uma lente divergente posterior em que os eixos óticos/focais das duas lentes não são coincidentes (mas são de preferência paralelos) de tal forma que o ponto focal do trem de lente é desviado do eixo focal da lente anterior. Os raios de luz incidente sobre a lente anterior paralelos ao seu eixo central podem, assim, ser direcionados para as partes da retina deslocadas da fóvea, onde a mácula pode não ter degenerado.

Num primeiro dos seus aspetos, a invenção pode proporcionar um aparelho de lente intraocular, mais preferencialmente um aparelho de lente intraocular posterior, incluindo: meio de lente divergente moldado para definir como entre as superfícies de lente operativa opostas uma parte da lente de espessura da lente mínima rodeada por partes da lente de maior espessura de lente; meios hápticos que se estendem do meio de lente divergente a uma primeira parte háptica a uma

distância intermédia da parte da lente de espessura mínima de lente, e ainda se estende desde o meio de lente divergente (por exemplo, estendendo-se ainda mais da primeira parte háptica) a uma segunda parte háptica a uma distância máxima da parte da lente de espessura mínima da lente; em que a distância máxima é maior do que a distância intermédia e a segunda parte háptica opõe-se à primeira parte háptica da lente em toda a parte de espessura mínima de lente. Assim, o aparelho pode ter um háptico contendo ambas as primeiras e segundas partes hápticas. O plano que contém as duas partes hápticas pode, assim, conter ou incorporar a parte da lente de espessura mínima de lente ou uma parte da mesma (por exemplo eixo focal no centro ótico da lente). Os meios hápticos podem ser os únicos hápticos ligados ao meio de lente divergente.

Os meios hápticos podem compreender um membro arqueado incorporando as primeiras e segundas partes hápticas. O membro arqueado pode ser uma espiral arqueada que entra em espiral progressivamente para o exterior a partir da lente divergente da primeira parte háptica para a segunda parte háptica. O membro pode ser pelo menos parcialmente semicircular. As primeiras e segundas partes hápticas podem residir em partes diametralmente opostas de um arco semicircular háptico ligado ao meio de lente divergente. Os meios hápticos podem arquear em torno da lente divergente de tal forma como para subtender sobre a parte da lente de espessura mínima de lente, um ângulo igual ou maior do que 180 graus. Desta forma, um único háptico pode ser fornecido, o qual é substancialmente coplanar com o plano da lente divergente a partir do qual se estende tornando-o mais adequado para utilização como uma lente intraocular na câmara posterior do olho.

Num segundo dos seus aspetos, a invenção pode proporcionar um aparelho de lente intraocular, mais preferencialmente um aparelho de lente intraocular posterior, incluindo: meio de lente divergente moldado para definir como entre as superfícies de lente operativa oposta uma parte da lente de espessura mínima de lente rodeada por partes da lente de maior espessura de lente; um primeiro meio háptico que se estende do meio de lente divergente a uma primeira parte háptica a uma primeira distância máxima da parte da lente de espessura mínima de lente; um segundo meio háptico separado do primeiro meio háptico e que se estende desde o meio de lente divergente a uma segunda parte háptica a uma distância máxima da parte da lente de espessura mínima de lente; em que a segunda distância máxima é maior do que a primeira distância máxima. Por conseguinte, dois hápticos separados e podem ser empregues tanto os hápticos e/ou a estrutura da lente divergente, podem ser adaptados e dispostos para proporcionar a diferença nas distâncias máximas associadas com os respetivos hápticos.

De acordo com qualquer aspeto da invenção, a parte da lente de espessura mínima pode definir um eixo central perpendicular às, e passando através de, superfícies de lentes operativas opostas e instantaneamente paralelas. A parte da lente de espessura mínima de lente pode coincidir com o eixo ótico da lente, o qual contém também os pontos focais da lente. Desta forma, o aparelho de lente divergente pode ser utilizado em combinação com uma outra lente, tal como uma lente convergente, para fornecer um trem de lente tendo uma potência de ampliação. Não apenas a lente divergente pode desviar a luz de entrada para uma parte adequada da mácula, como pode também cooperar com uma lente anterior (lente convergente, por exemplo) para ampliar a imagem formada pelo trem de lente na mácula.

Ampliações de até cerca de 1,5 são adequadamente proporcionadas (por exemplo, 1,2 a 1,4).

A primeira parte háptica pode opor-se à segunda parte háptica ao longo da lente de espessura mínima de lente. O plano que contém as duas partes hápticas opostas pode também conter ou incorporar a parte da lente de espessura mínima de lente, ou uma parte da mesma.

Um ou cada um dos primeiros e segundos meios hápticos podem respetivamente compreender um membro arqueado. O membro arqueado de um dado háptico pode ser em forma de gancho ou forma parcialmente espiral. Pode estender-se inicialmente para longe, mas subsequentemente na direção, de uma periferia da lente divergente, passando por um ponto de viragem no membro. A primeira (ou segunda) parte háptica pode residir no ponto de viragem. Essas partes dos hápticos onde a primeira/segunda parte háptica residem podem estender-se numa direção transversal à linha entre as primeiras e segundas partes hápticas. Deste modo, as primeiras/segundas partes hápticas podem apresentar a extensão mais exterior do aparelho, como uma superfície háptica tangencial adequada para movimento deslizante contra uma parede interna de um olho sem "dragar".

A parte da lente de espessura mínima pode definir entre a superfície de lente operativa oposta mais próxima, um eixo perpendicular a, e passando através de, representam ambos o eixo ótico da lente contendo o(s) ponto(s) focal(is) da lente.

A parte da lente de espessura mínima de lente pode estar substancialmente no meio ou centróide da superfície(s) da(s) lente(s) operativa(s). Por exemplo, a lente divergente pode ter uma periferia mais externa

substancialmente circular centrada sobre a parte da lente de espessura mínima de lente. Uma, ou cada, superfície da lente operativa pode ser geralmente simétrica na forma e estender-se sobre o eixo ótico da lente (por exemplo, em qualquer direção radial da mesma).

A parte da lente de espessura mínima de lente pode estar deslocada do meio ou centróide da superfície(s) da(s) lente(s) operativa(s) no sentido da sua periferia. Por exemplo, a lente divergente pode ter uma periferia mais externa substancialmente circular a qual não está centrada sobre a parte da lente de espessura mínima de lente.

Um plano contendo primeiras e segundas partes hápticas pode conter, incluir ou intersetar a parte da lente de espessura mínima de lente.

A periferia do meio de lente divergente pode apresentar um meio de mira, ou um ponto de reconhecimento, indicando a parte periférica do meio de lente divergente localizado entre (por exemplo, em linha entre) a segunda parte háptica e a parte da lente de espessura de lente mínima. O aparelho da lente é utilizado como uma lente posterior numa abertura posterior do olho (sulco ciliar). Este posicionamento do meio de mira indica a direção a que a luz será refratada pela lente posterior quando utilizada em combinação com uma lente convergente anterior, tal como descrito abaixo.

As primeiras e segundas partes hápticas podem ser partes periféricas (por exemplo, as mais periféricas) do aparelho. O aparelho da lente, quando posicionado numa abertura anterior do olho, pode ser rodado em torno do eixo central da abertura de modo a girar a parte da lente de espessura de lente mínima, e o ponto de reconhecimento se utilizado, em torno do eixo central para permitir ao utilizador

selecionar uma direção desejada de desvio de luz para uma região desejada do macular.

O meio de lente divergente pode compreender uma lente plano-côncava, ou pode compreender uma lente côncava-côncava (por exemplo, bi-côncava).

O meio de lente divergente pode ser flexível, de preferência, a uma extensão suficiente para permitir que a lente seja enrolada e desenrolada. Pode ser feito de material hidrofílico acrílico duro tal como polimetilmetacrilato (PMMA) etc, ou material acrílico macio hidrofílico ou hidrofóbico incluindo, mas não se limitando a polímeros contendo metacrilato de hidroxietil (HEMA), hidrogel de silicone, etc.

O meio de lente divergente pode ser adaptado para utilização como uma lente intraocular posterior e o aparelho pode ainda compreender um meio de lente convergente adaptados para cooperar com o meio de lente divergente como uma lente intraocular anterior.

O aparelho pode ser vendido na forma de *kit* ou como um kit de partes (por exemplo, com instruções de utilização) e a invenção pode proporcionar um *kit* de partes compreendendo os meios de lente convergente e divergente, como aqui descrito.

O meio de lente convergente pode incluir um ou mais hápticos que se estendem para longe do meio de lente convergente numa direção parcialmente transversal ao plano que contém a circunferência da lente a um lado comum desse plano.

O meio de lente convergente pode ser moldado para se definir como entre as superfícies de lente operativa oposta uma parte da lente de espessura máxima de lente rodeada por partes da lente de maior espessura de lente e inclui um terceiro meio háptico que se estende do meio de lente convergente a uma terceira parte háptica a uma terceira distância máxima da parte da lente de espessura máxima de lente, e um quarto meio háptico separado do terceiro meio háptico e que se estende desde o meio de lente convergente a uma quarta parte háptica a uma quarta distância máxima da parte da lente de espessura máxima de lente.

Num terceiro dos seus aspetos, a invenção pode proporcionar um método de fornecimento de um trem de lente para formar uma imagem de um objeto ou cena incluindo: proporcionar um aparelho de lente intraocular, tal como descrito acima; colocar o meio de lente convergente entre o meio de lente divergente e o objeto ou cena a ser retratado de tal forma que uma superfície de lente operativa do meio de lente convergente se opõe a uma superfície da lente operativa do meio de lente divergente e de tal modo que a parte da lente de espessura mínima de lente não se opõe à parte da lente de espessura máxima.

O método pode incluir proporcionar uma primeira (por exemplo, substancialmente circular) abertura (por exemplo sulco ciliar) em oposição paralela a uma segunda (por exemplo, substancialmente circular) abertura (por exemplo, parede de câmara anterior circunscrevendo a íris) de tal modo que os centros das primeiras e segundas aberturas estão em alinhamento; montagem do meio de lente divergente dentro da primeira abertura de modo que os hápticos deste estão em contacto com arestas de primeira abertura opostas; montagem do meio de lente divergente dentro da segunda

abertura de modo que os meios hápticos deste estão em contacto com arestas de segunda abertura opostas

O método pode incluir a rotação do meio de lente divergente montado dentro da primeira abertura para girar desse modo a parte da lente de espessura mínima de lente sobre o centro da primeira abertura para seleccionar desse modo a localização das imagens formadas pelo trem de lente em utilização.

Num quarto dos seus aspetos, a invenção pode proporcionar um método de fabrico de uma lente intraocular (de preferência uma lente intraocular posterior) tal como é descrito acima incluindo: proporcionar um modelo de lente; moldagem (por exemplo, torneamento) de partes de superfície interior do modelo de lente para definir superfícies opostas de uma lente (por exemplo côncava ou bi-côncava) entre as quais é definida uma parte da lente de espessura mínima de lente rodeada por partes da lente de maior espessura de lente; moldar (por exemplo, fresagem ou corte) de partes de superfície exterior do modelo de lente em torno das referidas partes de superfície interiores para formar os referidos meios de lente divergente e o(s) referido(s) hápticos(s). As superfícies de lentes operativas podem ser polidas após terem sido moldadas.

O método pode incluir moldar porções das referidas partes de superfície interior definindo a referida lente para formar os referidos meios de lente divergente e o(s) referido(s) hápticos(s).

O método pode incluir dar forma às referidas partes de superfície interior de modo a formar uma concavidade simétrica com uma periferia circular centrada sobre a parte da lente de espessura mínima de lente e formar a partir daí

o meio de lente divergente com uma periferia de lente centrada sobre outra que não a parte da lente de espessura mínima de lente.

O trem de lente descrito acima pode possuir um deslocamento axial (Δ) resultante de uma deslocação axial do eixo focal das lentes posteriores e anteriores de entre cerca de 0,5 mm e 2,0 mm. O desvio angular do ponto focal do trem de lente em relação ao ponto focal mais distante da lente (posterior) divergente pode ser até cerca de 15 graus. A lente convergente anterior pode ter um poder positivo de entre cerca de 50 e 60 dioptrias (por exemplo, +53 dioptrias). A lente posterior pode estar localizada dentro do comprimento focal da lente anterior, e a lente anterior pode estar localizada dentro do comprimento focal da lente posterior. A lente anterior (excluindo comprimentos hápticos) pode estar entre cerca de 4 mm e 7 mm (por exemplo, 5 mm) em diâmetro. Os hápticos podem estender-se a uma distância máxima a partir de arestas opostas da lente anterior de entre 3 mm e 6 mm (por exemplo 4 mm) cada a partir daí. A lente divergente pode ter uma potência ótica negativa de entre cerca de -55 e -70 dioptrias (por exemplo, -64 dioptrias). A lente divergente pode situar-se entre 5 mm e 9 mm (por exemplo, 7 mm) em diâmetro e poderão ter um háptico menor (contendo a primeira parte háptica) que se estende da aresta da lente divergente a uma distância máxima de entre cerca de 1,5 e 3 mm (por exemplo, 2 mm) a partir daí. A lente divergente pode ter um háptico maior (contendo a segunda parte háptica) que se estende da aresta da lente divergente a uma distância máxima de entre cerca de 3 mm e 6 mm (por exemplo, 4 mm) a partir daí. A unidade de lente divergente pode estar entre cerca de 10 mm e 16 mm (por exemplo, 13 mm) no seu ponto mais amplo.

Segue-se agora uma descrição de alguns exemplos ilustrativos, mas não limitativos e não exaustivos, de formas de realização da invenção com referência aos desenhos dos quais:

A figura 1 ilustra uma vista em corte transversal do olho (por exemplo, humano) natural;

As figuras 2A e 2B ilustram uma vista em plano (Figura 2A) e uma vista lateral (figura 2B) de um aparelho de lente intraocular anterior com hápticos simétricos;

As figuras 3A e 3B ilustram uma vista em plano (Figura 3A) e uma vista lateral (figura 3B) de um aparelho de lente intraocular posterior com hápticos assimétricos;

As figuras 4A e 4B ilustram uma vista em plano (Figura 4A) e uma vista lateral (figura 4B) de um aparelho de lente intraocular posterior com hápticos simétricos;

A figura 5 ilustra uma vista em corte transversal do olho (por exemplo, humano) natural, incluindo um aparelho de lente intraocular anterior das figuras 2A e 2B na câmara anterior e um aparelho de lente intraocular posterior das figuras 3A e 3B na câmara posterior em vez da lente natural;

A figura 6 ilustra uma vista em corte transversal do olho (por exemplo, humano) natural, incluindo um aparelho de lente intraocular anterior das figuras 2A e 2B na câmara anterior e um aparelho de lente intraocular posterior das figuras 4A e 4B na câmara posterior em vez da lente natural;

A figura 7 ilustra esquematicamente um trem ótico compreendendo uma lente convergente anterior e uma lente posterior com eixos centrais relativamente deslocados;

A figura 8 ilustra esquematicamente um trem ótico compreendendo uma lente anterior e uma lente divergente posterior com eixos centrais relativamente deslocados e o deslocamento axial resultante das imagens formadas desse modo;

As figuras 9 e 10 ilustram esquematicamente exemplos de um trem ótico compreendendo um aparelho de lente convergente anterior e um aparelho de lente divergente posterior com eixos centrais relativamente deslocados em virtude de hápticos assimétricos ou estruturas de lente posterior assimétricas;

Nos desenhos, itens idênticos são atribuídos como símbolos de referência.

As figuras 2A e 2B ilustram vistas de uma unidade de lente intraocular anterior (20) incluindo uma lente convergente (21) moldada para se definir como entre as superfícies de lentes anteriores operativas opostas, uma parte da lente de espessura máxima (22) rodeada por partes da lente de menor espessura de lente (23). A parte da lente de espessura máxima define um eixo central perpendicular a, e passando através de, superfícies de lentes anteriores operativas opostas e instantaneamente paralelas (28, 29). O eixo coincide com o eixo ótico da lente convergente, o qual contém também os pontos focais da lente.

A unidade da lente anterior tem um primeiro membro háptico anterior em serpentina (24) que se estende para longe da lente convergente para uma primeira parte háptica anterior

(25) a uma primeira distância máxima anterior da parte da lente de espessura máxima de lente. O segundo membro háptico anterior em serpentina (26) separado do primeiro membro háptico anterior, estende-se de uma parte da lente convergente diametralmente oposta a essa parte a partir da qual o primeiro membro háptico anterior em serpentina se estende, e assim estende-se a uma segunda parte háptica anterior (27) a uma segunda distância máxima anterior da parte da lente de espessura máxima de lente. As primeiras e segundas distâncias máximas anteriores são substancialmente iguais. Nas suas distâncias máximas, as primeiras e segundas partes hápticas anteriores são definidas pelas respectivas partes dos membros hápticos que são geralmente orientados numa direção tangencial a um círculo delimitador delimitando geometricamente a unidade da lente anterior e centrada sobre o eixo central da lente convergente. Por conseguinte, as partes exteriores da unidade da lente anterior são equidistantes do eixo central e opostas ao longo deste. Apresentam superfícies de encosto de osculação e localmente paralelas à aresta circular interior de uma abertura circular correspondente ao círculo delimitador (por exemplo uma abertura no olho). A natureza em serpentina dos membros hápticos fornece uma resiliência ou elasticidade através da qual a unidade de lente anterior pode manter a lente convergente centralmente em alinhamento com tal abertura.

Cada um dos hápticos anteriores se estende para longe da lente convergente em uma direção oblíqua ao (isto é parcialmente paralela ao, e parcialmente transversal ao) plano (200) contendo a circunferência da lente a um lado comum desse plano. Como resultado, a lente anterior é adaptada para ser colocada dentro da câmara anterior do olho (4) sobre, e centralmente em alinhamento com, a abertura da íris (3).

As figuras 3A e 3B mostram vistas de uma unidade de lente intraocular posterior (30) incluindo uma lente divergente (31) moldada para se definir como entre as superfícies de lente operativa opostas uma parte da lente de espessura mínima de lente (32) rodeada por partes da lente de maior espessura de lente (33). A unidade da lente posterior tem um primeiro membro háptico anterior arqueado (34) que se estende para longe da lente divergente para uma primeira parte háptica posterior (35) a uma primeira distância máxima posterior (d_1) da parte da lente de espessura mínima de lente. O segundo membro háptico posterior arqueado (36) separado do primeiro membro háptico posterior, estende-se de uma parte da lente divergente diametralmente oposta a essa parte a partir da qual o primeiro membro háptico anterior arqueado se estende, e assim se estende a uma segunda parte háptica posterior (37) a uma segunda distância máxima posterior (d_2) da parte da lente de espessura mínima de lente.

A segunda distância máxima posterior é maior do que a primeira distância máxima posterior (isto é $d_2 > d_1$). Nas suas distâncias máximas, as primeiras e segundas partes hápticas posteriores são definidas pelas respectivas partes dos membros hápticos arqueados que são geralmente orientados numa direção tangencial a um círculo delimitador delimitando geometricamente a unidade da lente posterior e deslocada do eixo central da lente divergente. Por conseguinte, as partes mais exteriores da unidade da lente posterior são opostas ao longo do centro do círculo delimitador do eixo central. No entanto, embora essas partes sejam equidistantes do centro do círculo delimitador, não são equidistantes do eixo central da lente divergente de modo que o eixo central é deslocado do centro do círculo delimitador. Apresentam superfícies de encosto de osculação e localmente paralelas para a aresta circular

interior de uma abertura circular correspondente ao círculo delimitador (por exemplo uma abertura no olho). A natureza arqueada dos membros hápticos proporciona uma resiliência ou elasticidade através da qual a unidade da lente posterior pode segurar a lente divergente dentro de uma tal abertura com o eixo central da lente axialmente deslocado do centro da abertura.

A Figura 3B mostra a unidade da lente da Figura 3A em vista lateral de forma esquemática e mostrando a lente divergente em vista em corte transversal para ilustrar curvatura, embora os hápticos sejam mostrados na vista lateral completa para ilustrar a extensão radial à qual elas se estendem ou projetam a partir da parte da lente de espessura mínima (32).

A parte da lente de espessura mínima define um eixo central perpendicular a, e passando através de, superfícies de lentes operativas opostas e instantaneamente paralelas (38, 39). O eixo coincide com o eixo ótico da lente, o qual contém também os pontos focais da lente.

Cada um dos hápticos posteriores se estende para longe da lente convergente em uma direção paralela ao, e dentro de, plano (300) contendo a circunferência da lente. Como resultado, a lente anterior é adaptada para ser colocada dentro da câmara posterior do olho (12) atrás da abertura da íris e substituindo a lente natural (4) do olho.

As figuras 4A e 4B mostram vistas de outra forma de realização de uma unidade de lente intraocular posterior (40) incluindo uma lente divergente (41) moldada para se definir como entre as superfícies de lentes operativas opostas, uma parte da lente de espessura mínima de lente (42) rodeada por partes da lente de maior espessura de

lente (43). A unidade da lente posterior tem um primeiro membro háptico anterior arqueado (44) que se estende para longe da lente divergente para uma primeira parte háptica posterior (45) a uma primeira distância máxima posterior (d_2) da parte da lente de espessura mínima de lente. Um segundo háptico arqueado posterior (46), separado do primeiro háptico posterior, estende-se para longe de uma parte da lente divergente diametralmente oposta a essa parte a partir da qual o primeiro háptico posterior arqueado se estende. Estende-se então a uma segunda parte háptica posterior (47) a uma segunda distância máxima posterior (d_1) da parte da lente de espessura mínima de lente. A segunda distância máxima posterior é menor do que a primeira distância máxima posterior (isto é $d_2 > d_1$).

Os primeiros e segundos hápticos posteriores (44,45) são substancialmente de comprimento igual. Nas suas distâncias máximas, as quais não coincidem com as suas extremidades, a primeira e segunda partes hápticas posteriores são definidas pelas respectivas partes do membro háptico arqueado, os quais são geralmente orientados numa direção tangencial a um círculo delimitador (lócus), definindo geometricamente os limites extremos da unidade da lente posterior e delimitando-o de forma observável. O centro geométrico do círculo delimitador não coincide com o eixo central (42) da lente divergente. Como resultado disso, as partes mais exteriores da unidade de lente posterior (45, 47) são opostas uma à outra ao longo do centro do círculo delimitador do eixo central da lente. Essas partes são equidistantes do centro do círculo delimitador. Também não são equidistantes do eixo central (42) da lente divergente. O eixo central é desse modo deslocado do centro do círculo delimitador. As partes hápticas extremas da unidade de lente apresentam superfícies de encosto, as quais são dispostas de modo a serem localmente paralelas à aresta

circular interior de uma abertura circular correspondente ao círculo delimitador (por exemplo uma abertura no olho). A natureza em espiral arqueada dos membros hápticos proporciona uma resiliência ou elasticidade através da qual a unidade da lente posterior pode segurar a lente divergente dentro de uma tal abertura com o eixo central da lente axialmente deslocado do centro da abertura.

A Figura 4B mostra a unidade da lente da Figura 4A em vista lateral de forma esquemática e mostrando a lente divergente em vista em corte transversal para ilustrar curvatura, embora os hápticos sejam mostrados na vista lateral completa para ilustrar a extensão radial à qual elas se estendem ou projetam a partir da parte da lente de espessura mínima (42). A condição $d_2 > d_1$ aplicável a esta lente (ambas as figuras 4A e 4B) pode ser vista de forma explícita.

A parte da lente de espessura mínima define um eixo central perpendicular a, e passando através de, superfícies de lentes operativas opostas e instantaneamente paralelas (48, 49). O eixo coincide com o eixo ótico da lente, o qual contém também os pontos focais da lente.

Cada um dos hápticos posteriores se estende para longe da lente divergente numa direção paralela ao, e dentro de, plano (400) contendo a circunferência da lente. Como resultado, a lente anterior é adaptada para ser colocada dentro da câmara posterior do olho (12) atrás da abertura da íris e substituindo a lente natural (4) do olho.

Os primeiros e segundos hápticos arqueados posteriores das figuras 3A, 3B, 4A e 4B são moldados como braços em espiral que se estendem a partir de e à volta da lente em torno do seu eixo central, num sentido angular comum subtendendo

cerca de 90 graus de uma extremidade à outra no centro da lente. Entre a parte háptica mais externa e a extremidade terminal de cada membro háptico, o membro aproxima-se da lente. Além disso, a aresta periférica mais exterior da lente convergente, em cada caso, apresenta um ressalto de observação (350, 450) em linha com a linha que contém as partes hápticas posteriores mais externas e o eixo central da lente. O ressalto de observação, ou ponto de reconhecimento, indica a direção, em relação ao eixo central, na qual a luz que emana da lente anterior irá ser direcionada quando as unidades de lente posteriores e anteriores são co-arranjadas da maneira ilustrada nas figuras 5 e 6. Além disso, em formas de realização da invenção, como mostrado nas Figuras 3A e 3B e 5, os hápticos estendem-se por quantidades diferentes da periferia de lente local. Ao localizar o ressalto de observação na periferia de lente de frente para o mais longo dos dois hápticos (36), o utilizador é capaz de ver melhor o ressalto de observação através da abertura da íris quando a unidade da lente posterior está a ser aí posicionada. Por exemplo, a dimensão háptica pode ser escolhida de tal forma que o ressalto de observação fica adjacente, ou imediatamente abaixo, de uma aresta da íris quando o olho é visto externamente.

A Figura 5 ilustra esquematicamente uma vista em corte transversal de um olho (1), no qual uma unidade de lente anterior (20) do tipo ilustrado nas figuras 2A e 2B é inserida na câmara anterior (11) do olho centralmente em alinhamento com o centro da abertura da íris (3). Os hápticos anteriores em serpentina (24, 26) encostam sobre as partes de parede circular do olho imediatamente adjacentes às partes das mesmas às quais a íris está ligada. Este encosto mantém a lente anterior no lugar. Uma unidade da lente posterior (30) do tipo ilustrado nas

figuras 3A e 3B é inserida na abertura circular definida pelo sulco ciliar (6) em vez do ligamento zonular (7) e da lente natural (4). Os hápticos posteriores em espiral da lente posterior mantêm a lente posterior no lugar contra o sulco ciliar. Como resultado, o eixo central da lente anterior é axialmente deslocado do eixo central da lente posterior. Os raios de luz (50) que entram no olho paralelos ao eixo central da lente anterior passam através da mesma para a lente posterior ser refratada por (51) esta para um ponto focal no macular deslocado da fóvea e da condição de não-degenerado.

A Figura 6 mostra esquematicamente o mesmo arranjo que o mostrado na Figura 5, exceto que a lente posterior é uma lente posterior do tipo ilustrado nas Figuras 4A e 4B.

Nos dispositivos ilustrados nas figuras 5 e 6, o trem ótico proporcionado pelas lentes anteriores e posteriores é tal que os eixos centrais das duas lentes são substancialmente paralelos, embora deslocados axialmente.

A figura 7 ilustra esquematicamente a relação entre lentes anteriores convergentes (20) e divergentes posteriores (30) no trem de lente de formas de realização preferidas da invenção (hápticos não mostrados). As dimensões das lentes são exageradas. Um deslocamento axial (Δ) resulta na deslocação axial do ponto focal do trem de lente como ilustrado na figura 8. A lente convergente anterior (L1) tem um poder positivo (por exemplo, +53 dioptrias) e um ponto focal (F1) localizado sobre o eixo central (O1) da lente. A lente anterior pode ter 5 mm de diâmetro. Hápticos simétricos (não mostrados) podem estender-se a uma distância máxima das arestas opostas da lente de 4 mm cada um a partir daí (por exemplo, a unidade da lente convergente anterior pode ter 13 mm ao longo do seu ponto

mais largo). A lente divergente posterior (L2) tem um poder ótico negativo (por exemplo, -64 dioptrias) e um ponto focal (F2) localizado sobre o seu eixo central (O2). A lente posterior pode ter 7 mm de diâmetro e pode ter um háptico menor (não mostrado) que se estende da aresta de lente posterior a uma distância máxima de dois milímetros da mesma, e um háptico maior (não mostrado) que se estende da aresta oposta da lente posterior a uma distância máxima de 4 mm da mesma (por exemplo, a unidade da lente posterior divergente pode ter 13 mm ao longo no seu ponto mais largo).

O eixo central (O2) da lente posterior é paralelo ao eixo central (O1) da lente anterior e deslocado axialmente do mesmo por um deslocamento Δ (por exemplo, entre 0,5 e 2 mm, tal como 1 mm). A lente posterior está localizada entre a lente anterior e o ponto focal (F1) da lente anterior. A lente anterior está localizada entre a lente posterior e o ponto focal (F2) da lente posterior. Raios de luz incidente sobre a lente anterior paralelos ao seu eixo central são focados pelo trem de lente num ponto focal (F3) deslocado do eixo central (O1) dos raios de lente anterior numa direção oposta ao deslocamento axial (Δ) do eixo central (O2) da lente posterior.

Uma vez que, na assim chamada "aproximação de lente fina", um raio de luz incidente axialmente paralelo sobre a superfície da lente anterior (L1) na sua parte da lente de espessura máxima da lente tem de passar através da lente não-refratada, e deve então ser refratado pela lente posterior (L2) numa direção que deve seguir para trás até ao ponto focal (F2) da lente posterior, o desvio angular (θ) do ponto focal (F3) do trem de lente do eixo central (O1) da lente anterior é dado por:

$$\theta = \arctan(\Delta/f_2)$$

onde f_2 é a distância focal da lente divergente posterior (L2). Naturalmente, as lentes espessas que podem ser empregues podem não se conformar inteiramente com esta relação, e a aproximação das lentes finas sobre a qual se baseia, mas, em geral, o desvio do ponto focal (F3) do trem de lente está em proporção com, e dirigido em direção oposta a, o deslocamento axial das lentes. O desvio angular (θ) pode ser cerca de 15 graus.

As figuras 9 e 10 ilustram esquematicamente o trem de lente das figuras 7 e 8 com hápticos diferentes e projetos de lente posterior para alcançar deslocamento axial.

Assim, um trem de lente pode ser proporcionado para formar uma imagem de um objeto ou cena em uma parte não degenerada da mácula.

Uma primeira abertura substancialmente circular é proporcionada pela periferia do sulco ciliar e em oposição paralela a essa, uma segunda abertura substancialmente circular é proporcionada pelas partes de parede do olho onde a íris encontra a parede do olho. Os centros das primeiras e segundas aberturas estão naturalmente em alinhamento. Primeiro, a unidade da lente divergente posterior pode ser montada no interior da primeira abertura, de modo que os hápticos opostos desta contactam com as arestas de primeira abertura. A lente posterior pode ser rodada/girada no interior da primeira abertura para girar a parte da lente de espessura mínima de lente sobre o centro da primeira abertura. Tal gira o ponto focal (3) do trem de lente proporcionado em último lugar quando a lente anterior é colocada no lugar. Por conseguinte, uma seleção da localização, na retina, de imagens formadas pelo trem de

lente em utilização pode ser feita até uma parte ótima da retina ser encontrada.

A conclusão do trem de lente é então feita pela montagem da lente anterior convergente no interior da segunda abertura de modo que os hápticos desta estão em contacto com as segundas arestas de abertura opostas. O trem de lente pode proporcionar um fator de ampliação de entre 1,0 e 1,5 (por exemplo, 1,2 a 1,4).

A unidade de lente posterior, e opcionalmente a unidade de lente anterior pode ser feita de material hidrofílico acrílico duro tal como polimetil-metacrilato (PMMA) etc, ou material acrílico macio hidrofílico ou hidrofóbico incluindo, mas não se limitando a polímeros contendo metacrilato de hidroxietil (HEMA), hidrogel de silicone, etc.

Por conseguinte, a lente posterior, e/ou a lente anterior, pode ser enrolada antes de ser inserida no olho através de uma pequena incisão, sendo depois disso desenrolada e posicionada no interior do olho, conforme necessário.

Fabricar a lente intraocular posterior tal como está descrito acima, pode compreender: proporcionar um modelo de lente; tornear partes de superfície interior de lados opostos do modelo de lente para definir regiões de superfície circulares, opostas côncavas proporcionando uma lente entre a qual é definida uma parte da lente de espessura mínima de lente correspondendo ao eixo central da lente (no qual o ponto focal da lente reside); fresar partes exteriores do modelo de lente em torno e até à aresta das partes de superfície de lente interior côncava para formar a periferia exterior da lente divergente e os hápticos que se estendem a partir desta. O eixo central de

lente pode corresponder ao meio das superfícies côncavas torneadas quando a fresagem não remover qualquer uma dessas partes torneadas. A figura 3A e 3B é um exemplo.

O processo pode incluir a formação da periferia externa de lente por moagem de porções torneadas da superfície de lente interior côncava para formar a lente divergente e o(s) meio(s) háptico(s) que se estende(m) das suas arestas. A lente côncava remanescente pode então ter uma periferia circular que envolve o deslocamento do eixo central a partir do meio das superfícies côncavas torneadas remanescentes. A figura 4A e 4B é um exemplo.

Os exemplos aqui descritos destinam-se a ser não limitativos e variações e modificações tais como seriam prontamente aparentes para o perito na técnica são abrangidas pelo âmbito da invenção tal como é definido pelas reivindicações.

Lisboa, 14 de Janeiro de 2016

REIVINDICAÇÕES

1. Um aparelho de lente intraocular posterior incluindo:

meio de lente divergente (31) moldado para definir como entre as superfícies de lentes operativas opostas uma parte da lente de espessura mínima de lente rodeada por partes da lente de maior espessura de lente;

meio háptico que se estende do meio de lente divergente a uma primeira parte háptica a uma distância intermédia da parte da lente de espessura mínima de lente; e que se estende ainda desde o meio de lente divergente a uma segunda parte háptica a uma distância máxima da parte da lente de espessura mínima de lente;

em que a distância máxima é maior do que a distância intermédia e a segunda parte háptica opõe-se à primeira parte háptica ao longo da lente de espessura mínima de lente.

2. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer das reivindicações anteriores no qual os meios hápticos compreendem um membro arqueado incorporando as primeiras e segundas partes hápticas

3. Um aparelho de lente intraocular posterior incluindo:

meio de lente divergente (31) moldado para definir como entre as superfícies de lente operativa opostas uma parte da lente (32, 42) de espessura mínima de

lente rodeada por partes da lente (33, 43) de maior espessura de lente;

um primeiro meio háptico (34, 44) que se estende do meio de lente divergente a uma primeira parte háptica (35, 45) a uma primeira distância máxima da parte da lente de espessura mínima de lente.

um segundo meio háptico (36, 46) separado do primeiro meio háptico e que se estende do meio de lente divergente a uma segunda parte háptica (37, 47) a uma segunda distância máxima da parte da lente de espessura mínima de lente.

em que a segunda distância máxima é maior do que a primeira distância máxima posterior.

4. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com a Reivindicação 3 no qual a primeira parte háptica (35, 45) se opõe à segunda parte háptica (37, 47) ao longo da parte da lente de espessura mínima de lente.
5. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores no qual um ou cada um dos primeiros e segundos meios hápticos compreendem respectivamente um membro arqueado.
6. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer das reivindicações anteriores no qual a parte da lente de espessura mínima de lente (32) está substancialmente no meio da(s) superfície(s) de lente(s) operativa(s).
7. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores 1 a 5

no qual a parte da lente de espessura mínima de lente (42) está deslocada do meio da(s) superfície(s) de lente(s) operativa(s) em direção a uma periferia desta.

8. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer reivindicação anterior, em que um plano que contém as primeiras e segundas partes hápticas contém a parte da lente de espessura mínima de lente.
9. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes no qual a periferia do meio de lente divergente pode apresentar um meio de mira 350, 450 indicando a parte periférica do meio de lente divergente localizado entre a segunda parte háptica e a parte da lente de espessura mínima de lente.
10. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer reivindicação anterior no qual as primeiras e segundas partes hápticas são partes periféricas do aparelho.
11. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes no qual o meio de lente divergente compreende uma lente plano-côncava.
12. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes no qual o meio de lente divergente compreende uma lente côncavo-côncava.
13. Um aparelho de lente intraocular posterior de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes no

qual o meio de lente divergente é flexível.

14. Um aparelho de lente intraocular, incluindo a lente intraocular posterior de acordo com qualquer das reivindicações anteriores e compreendendo ainda um meio de lente convergente (20) adaptado para cooperar com o meio de lente divergente como uma lente intraocular anterior.
15. Um aparelho de lente intraocular de acordo com a Reivindicação 14 no qual o meio de lente convergente inclui um ou mais hápticos (24, 26) que se estendem para longe do meio de lente convergente numa direção parcialmente transversal ao plano que contém a circunferência da lente a um lado comum desse plano.
16. Um aparelho de lente intraocular de acordo com a Reivindicação 14 ou 15, em que o meio de lente convergente é moldado para se definir como entre as superfícies de lentes operativas opostas, uma parte da lente de espessura máxima de lente rodeada por partes das lentes de maior espessura de lente e inclui um terceiro meio háptico que se estende do meio de lente convergente a uma terceira parte háptica a uma terceira distância máxima da parte da lente de espessura máxima de lente, e um quarto meio háptico separado do terceiro meio háptico e que se estende desde o meio de lente convergente a uma quarta parte háptica a uma quarta distância máxima da parte da lente de espessura máxima de lente.
17. Um método de fabrico de uma lente intraocular posterior de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 16, incluindo:
proporcionar um modelo de lente;

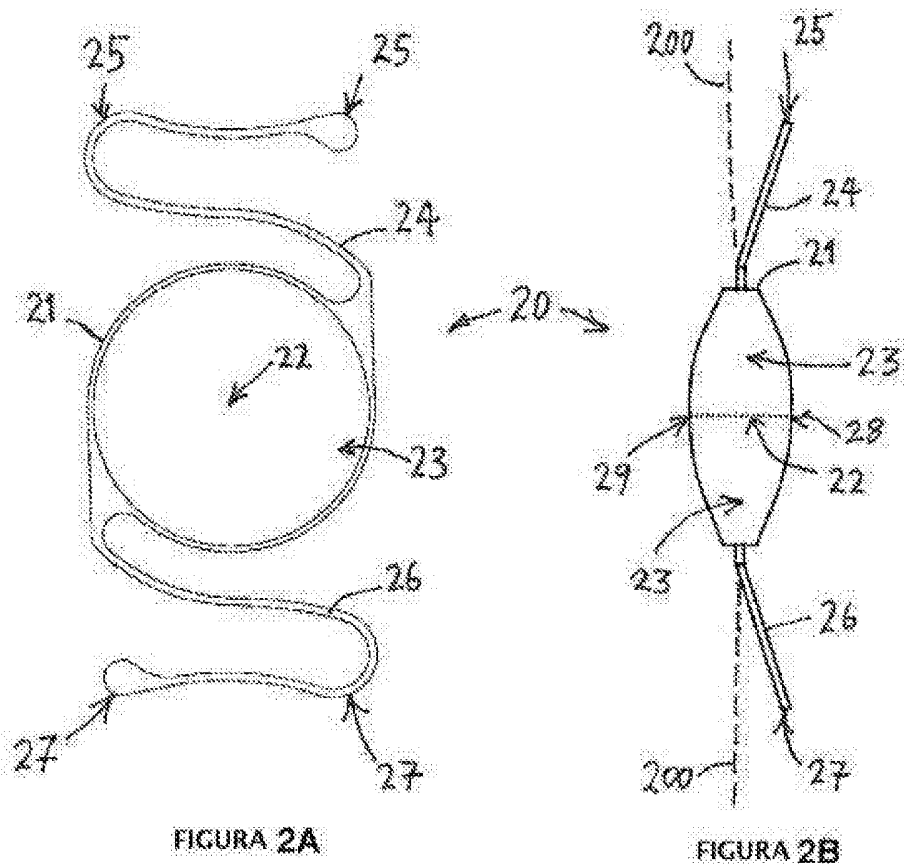
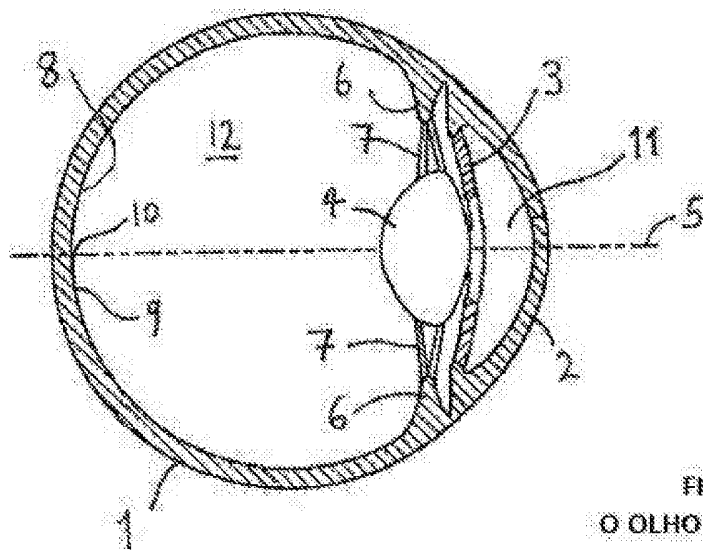
moldar peças de superfície interna do modelo de lente para definir superfícies opostas de uma lente entre a qual é definida uma parte da lente de espessura mínima de lente rodeada por partes da lente de maior espessura de lente;

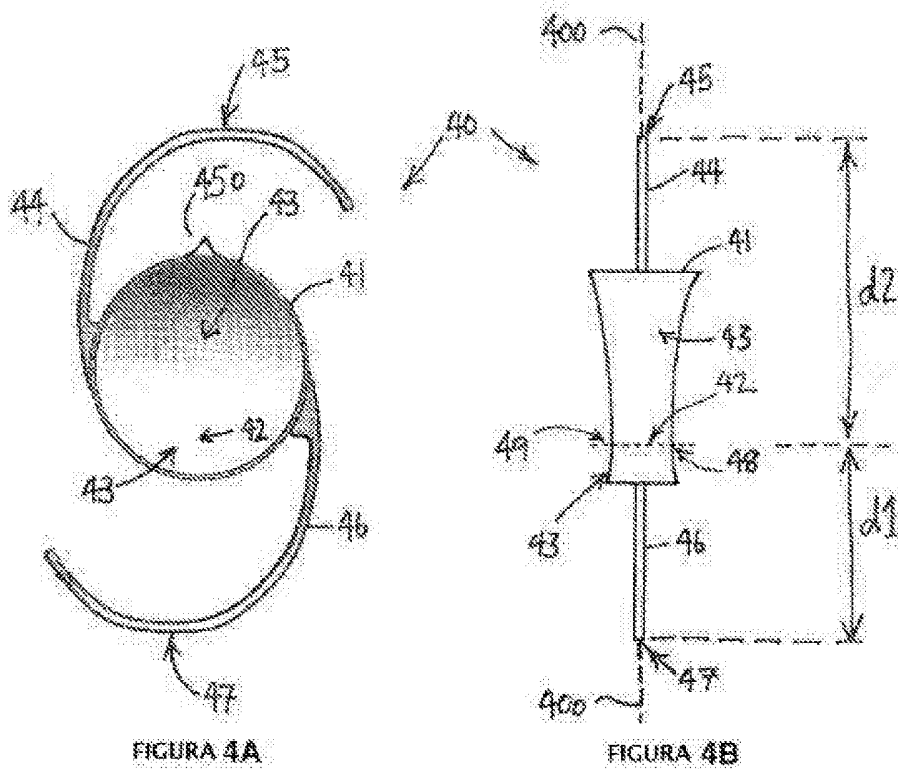
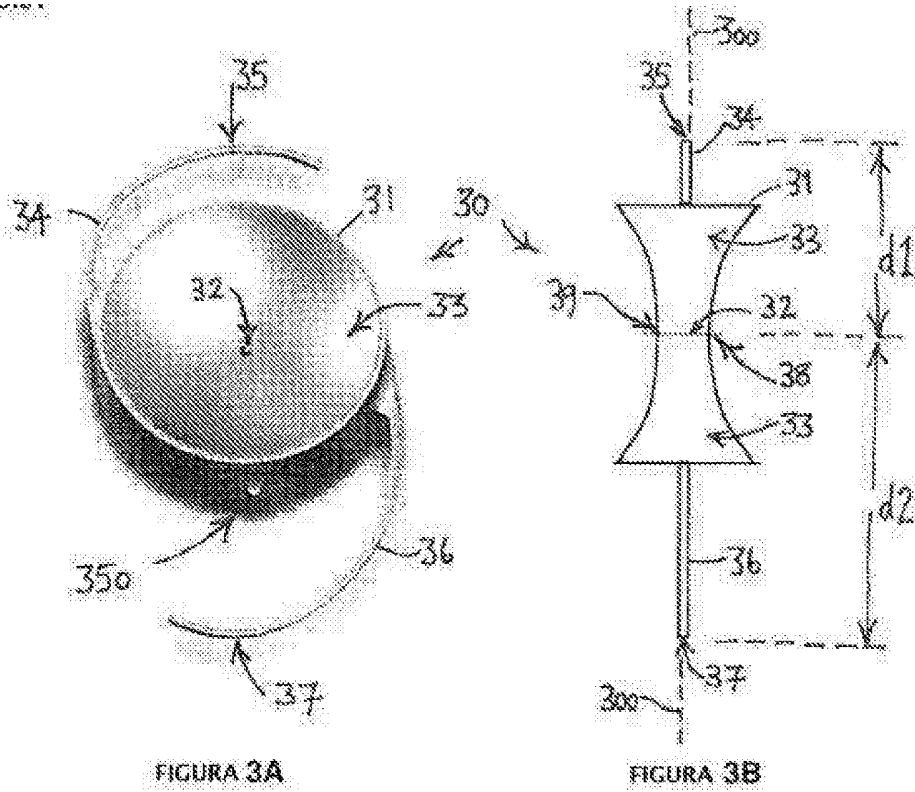
moldar peças de superfície exterior do modelo de lente em torno das referidas partes de superfície interior para formar o referido meio de lente divergente e referido(s) hápticos(s).

18. Um método de fabrico de uma lente intraocular posterior de acordo com a reivindicação 17 incluindo modelar porções das referidas partes de superfície interior definindo a referida lente para formar o referido meio de lente divergente e o(s) referido(s) hápticos(s).

19. Um método de fabrico de uma lente intraocular posterior de acordo com a reivindicação 18 incluindo dar forma às referidas partes de superfície interior de modo a formar uma concavidade simétrica com uma periferia circular centrada sobre a parte da lente de espessura mínima de lente e formar a partir daí o meio de lente divergente com uma periferia de lente centrada sobre outra que não a parte da lente de espessura mínima de lente.

Lisboa, 14 de Janeiro de 2016





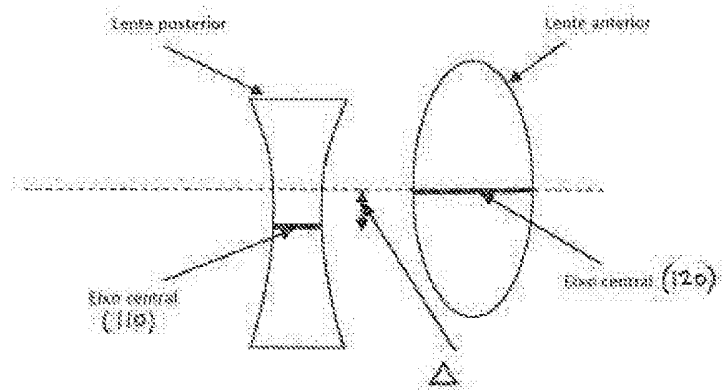


Figura 7

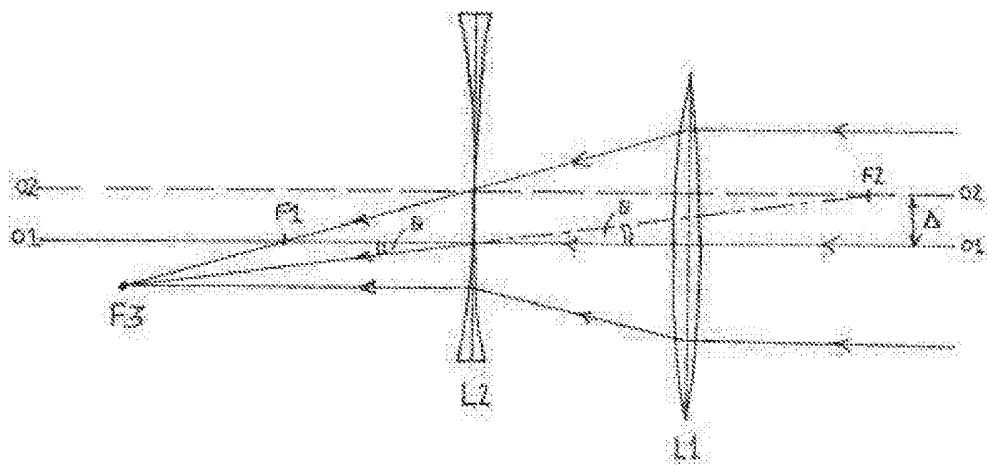


Figura 8

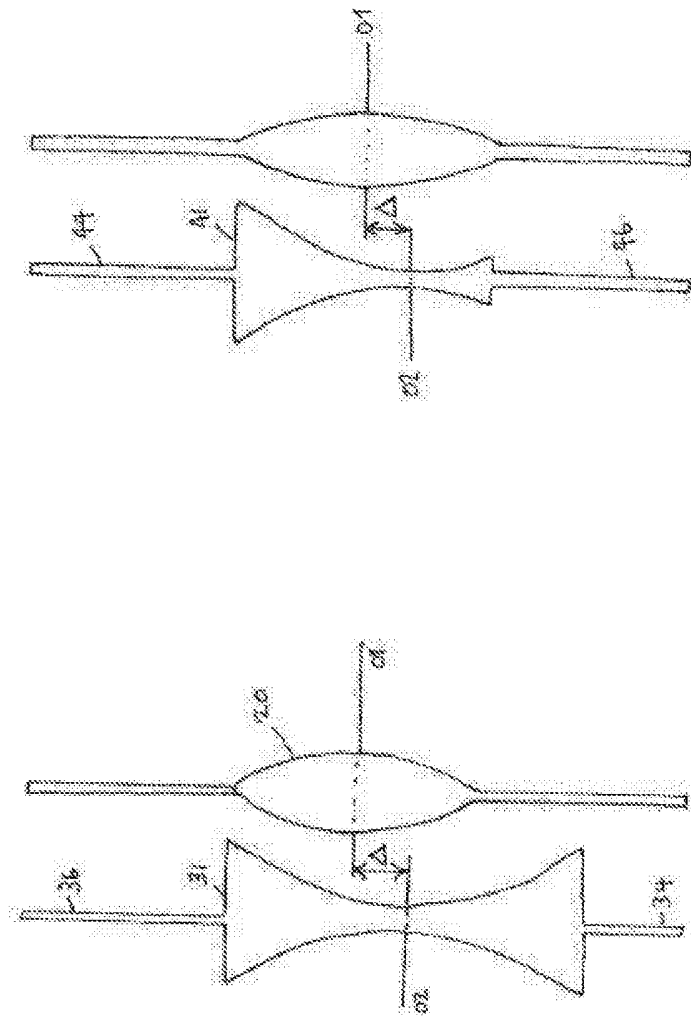


Figure 9

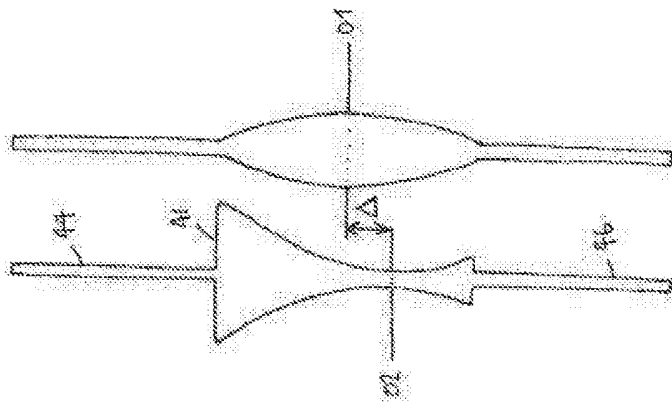


Figure 10