



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

(21) PI 0718311-9 A2



(22) Data de Depósito: 23/10/2007
(43) Data da Publicação: 19/11/2013
(RPI 2237)

(51) Int.Cl.:
A61F 2/16

(54) Título: MÉTODO PARA COLOCAR LENTE
INTRAOCULAR CONTROLADO PELA
TEMPERATURA.

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 23/10/2006 US 11/584,997

(73) Titular(es): Alcon, Inc.

(72) Inventor(es): David Downer, James Chon, Mikhail Boukhny,
Stephen J. Vannoy

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2007082181 de
23/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/143690de
27/11/2008

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA COLOCAR LENTE INTRAOCULAR DE TEMPERATURA CONTROLADA**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um dispositivo para colocar uma lente intraocular em um olho e mais particularmente a um dispositivo de colocação de lente intraocular com temperatura controlada.

Antecedentes da Invenção

10 O olho humano funciona para prover a visão transmitindo luz através de uma porção externa clara chamada córnea, e focalizando a imagem por meio de uma lente cristalina sobre uma retina. A qualidade da imagem focalizada depende de muitos fatores incluindo o tamanho e a forma do olho, e a transparência da córnea e da lente.

15 Quando a idade ou doença faz com que a lente se torne menos transparente, a visão deteriora por causa da luz diminuída que pode ser transmitida para a retina. Essa deficiência na lente do olho é conhecida no mundo médico como catarata. Um tratamento aceito para essa condição é a remoção cirúrgica da lente e a substituição da função da lente por uma lente intraocular artificial (IOL).

20 Nos Estados Unidos, a maior parte das lentes com catarata é removida por uma técnica cirúrgica chamada facoemulsificação. Durante esse procedimento, uma abertura é feita na cápsula anterior e uma ponta de corte de facoemulsificação fina é inserida na lente doente e vibrada de maneira ultrassônica. A ponta de corte vibrante liquefaz ou emulsiona a lente,
25 de modo que a lente pode ser aspirada para fora do olho. A lente doente, uma vez removida, é substituída por uma lente artificial.

A IOL é injetada no olho através da mesma pequena incisão usada para remover a lente doente. A IOL é colocada em um injetor de IOL em um estado dobrado. A ponta do injetor de IOL é inserida na incisão e a
30 lente é colocada no olho.

Muitas IOLs fabricadas atualmente são feitas de um polímero com características específicas. Essas características permitem que a lente

seja dobrada, e quando colocada no olho, permitem que a lente desdobre para a forma apropriada. Os polímeros usados para fabricar essas lentes têm características que são dependentes da temperatura. O aquecimento do polímero permite que a IOL seja comprimida mais facilmente, assim permitindo que ela se ajuste através de uma incisão menor. Uma incisão menor é desejável porque ela estimula a cura mais rápida e é menos traumática para o paciente.

As características de temperatura dos polímeros usados para fabricar as IOLs podem causar impacto no processo de implantação da lente significativamente. Para alguns polímeros, uma mudança na dureza ou viscosidade ocorre através de uma faixa relativamente estreita. Por exemplo, em temperaturas mais frias, o polímero pode se tornar quebradiço e quebrar, se dobrado. Em temperaturas mais altas, o polímero pode se tornar pegajoso e perder sua capacidade de retenção da forma. Portanto, é desejável manter o polímero em uma faixa de temperatura específica, de modo que a IOL possa manter a sua integridade.

Na prática, alguns cirurgiões aqueciam manualmente as IOLs usando o exterior de autoclaves ou aquecedores projetados para aquecer toalhas umedecidas para bebês. Tal aquecimento é descontrolado. Como mencionado, os polímeros usados para fabricar lentes artificiais são sensíveis à temperatura e um controle de temperatura mais preciso pode obter resultados desejados.

Portanto, existe uma necessidade por um dispositivo de injeção de lente intraocular com temperatura controlada.

Sumário da Invenção

Em uma modalidade consistente com os princípios da presente invenção, a presente invenção é um método para colocar de uma lente intraocular no olho. A lente intraocular é aquecida. A lente intraocular é mantida dentro de uma faixa de temperatura desejada. A lente intraocular é injetada no olho quando a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.

Em uma outra modalidade consistente com os princípios da pre-

sente invenção, a presente invenção é um método para colocar de uma lente intraocular aquecida em um olho. Um aquecedor é ativado e aquece a lente intraocular. A temperatura da lente intraocular é mantida dentro de uma faixa de temperatura. A lente intraocular é colocada dentro do olho enquanto a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura.

Em uma outra modalidade consistente com os princípios da presente invenção, a presente invenção é um método de injeção de uma lente intraocular em um olho. Um sinal de entrada é recebido indicando que um aquecedor deve ser ligado. Um aquecedor é ativado e aquece a lente intraocular. Um sinal de realimentação para controlar o aquecedor é recebido. O aquecedor é controlado para manter a lente intraocular dentro de uma faixa de temperatura desejada. Um sinal é enviado para colocar a lente intraocular no olho somente quando a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.

É para ser entendido que ambas a descrição geral precedente e a descrição detalhada seguinte são exemplares e explicativas somente e são planejadas para prover uma explicação adicional da invenção como reivindicada. A descrição seguinte, bem como a prática da invenção, apresenta e sugere vantagens adicionais e finalidades da invenção.

Breve Descrição dos Desenhos

Os desenhos acompanhantes, que são incorporados em e constituem uma parte desse relatório descritivo, ilustram várias modalidades da invenção e juntos com a descrição, servem para explicar os princípios da invenção.

A figura 1 é uma vista da seção transversal superior de um cartucho e peça de mão que coletivamente funciona como um injetor da lente intraocular.

A figura 2 é uma vista da seção transversal superior de um cartucho e peça de mão que coletivamente funcionam como um injetor da lente intraocular.

A figura 3 é uma vista da seção transversal lateral de um cartucho e peça de mão que coletivamente funcionam como um injetor da lente

intraocular.

A figura 4 é uma vista da seção transversal lateral de um cartucho e peça de mão que coletivamente funcionam como um injetor da lente intraocular.

5 A figura 5 é uma vista da seção transversal superior explodida de um cartucho com um aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 6 é uma vista da seção transversal lateral explodida de um cartucho com um aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção.

10 A figura 7 é uma vista da seção transversal lateral explodida de uma peça de mão com um aquecedor localizado no corpo da peça de mão de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 8 é uma vista da seção transversal superior explodida de uma peça de mão com um aquecedor localizado no corpo da peça de mão de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 9 é uma vista da seção transversal lateral explodida de uma peça de mão com um aquecedor localizado no êmbolo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

20 A figura 10 é uma vista da seção transversal superior explodida de uma peça de mão com um aquecedor localizado no êmbolo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 11 é uma vista da seção transversal superior de um injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção.

25 A figura 12 é uma vista da seção transversal lateral de um injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 13 é uma vista da seção transversal superior de um injetor de lente intraocular representando duas localizações diferentes de aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção.

30 A figura 14 é uma vista da seção transversal lateral de um injetor de lente intraocular representando duas localizações diferentes de aquece-

dor de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 15 é um diagrama de blocos de uma porção de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção.

5 A figura 16 é uma vista da seção transversal superior de um sistema de colocação de lente intraocular energizado a bateria representando duas localizações diferentes de aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção.

10 A figura 17 é uma vista da seção transversal superior de um sistema de colocação de lente intraocular com um aquecedor localizado no êmbolo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 18 é uma vista da seção transversal superior de um sistema de colocação de lente intraocular com um aquecedor localizado no bico de acordo com uma modalidade da presente invenção.

15 A figura 19 é uma vista da seção transversal superior de um sistema de colocação de lente intraocular acionado a mola representando duas localizações diferentes de aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção.

20 A figura 20 é um fluxograma de um método de operação de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 21 é um fluxograma de um método de operação de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção.

25 A figura 22 é um fluxograma de um método de operação de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

30 Agora é feita referência em detalhes às modalidades exemplares da invenção, exemplos da qual são ilustrados nos desenhos acompanhantes. Sempre que possível, os mesmos números de referência são usados por todos os desenhos para fazer referência a partes iguais ou semelhantes.

A figura 1 é uma vista da seção transversal superior de um cartucho e peça de mão que coletivamente funcionam como um injetor de lente intraocular. Na modalidade representada na figura 1, um sistema injetor de IOL de duas peças inclui a peça de mão 100 e o cartucho 150. Na peça de
5 mão 100, o corpo do injetor 125 aloja um eixo 105 conectado em um êmbolo 110. O eixo 105 é tipicamente rígido e é conectado no êmbolo 110, tal que o movimento do eixo 105 translada para movimento do êmbolo 110. Dessa maneira, o êmbolo 110 é projetado para alternar dentro do corpo do injetor 125. Duas projeções, tal como projeção 115, ficam localizadas em uma ex-
10 tremidade da peça de mão 100. A área 120 é adaptada para receber o cartucho 150.

O cartucho 150 inclui duas projeções, tal como projeção 165, um bico 160 e uma câmara 155. A câmara 155 mantém uma IOL. O bico 160 é oco e é projetado para permitir que uma IOL passe através dele e para den-
15 tro do olho. O interior do cartucho 150 contém uma passagem contínua que inclui a câmara 155 e o bico 160. Uma IOL localizada na câmara 155 pode ser transferida para fora do cartucho através do bico 160.

A figura 2 mostra como o cartucho 150 e a peça de mão 100 se ajustam juntos. Como representado na modalidade mostrada na figura 2, o
20 cartucho 150 fica localizado na área 120. O êmbolo 110 é projetado para alternar dentro do corpo do injetor 125 e câmara 155. O eixo 105 e o êmbolo 110 são geralmente obrigados a se moverem de um lado para outro em uma direção que é paralela ao corpo 125. As projeções no cartucho 150, tal como projeção 165, são projetadas para se ajustarem sob as projeções na peça de
25 mão 100, tal como projeção 115. Nessa posição, o cartucho 150 fica preso na peça de mão 100.

Em operação, o eixo 105 é movido, assim fazendo o êmbolo 110 se mover. Para inserir o cartucho 150, o eixo 105 e o êmbolo 110 são puxados de volta, de modo que o êmbolo 110 fica localizado fora da área 120. A
30 área 120 recebe o cartucho 150 e o êmbolo 110 é avançado para dentro do cartucho 150. Em particular, o êmbolo 110 é projetado para entrar na câmara 155 e contatar a IOL contida na câmara 155. Quando o êmbolo 110 é a-

vançado mais, ele empurra a IOL para fora da câmara 155 através do bico 160. O bico 160 é inserido em uma incisão feita na córnea, assim permitindo que a IOL seja colocada dentro do olho.

5 As figuras 3 e 4 mostram uma vista da seção transversal lateral do cartucho 150 e peça de mão 100 representados nas figuras 1 e 2. Nessa modalidade, o cartucho 150 se ajusta dentro da peça de mão 100 como mostrado. Na figura 4, o êmbolo 110 fica na câmara 155 do cartucho 150.

10 As figuras 5 e 6 representam vistas da seção transversal explodidas (ambas superior e lateral) de um cartucho com um aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção. A localização do aquecedor 505 é mostrada pelas linhas tracejadas. Na modalidade das figuras 5 e 6, o aquecedor 505 fica localizado acima e abaixo da câmara 155. Isso permite que o aquecedor 505 aqueça a IOL contida na câmara 155. Além disso, o aquecedor 505 se estende para o bico 160, permitindo que o calor seja transferido para a IOL enquanto a IOL está no bico 160. O aquecedor 505 pode também ficar localizado tal que ele circunde a câmara 155 ou tal que ele fique somente em um lado da câmara 155.

15 O aquecedor 505 é tipicamente um aquecedor do tipo resistivo. Em uma modalidade, o aquecedor 505 é um fio contínuo com uma resistência através da qual uma corrente é passada. Em outras modalidades, o aquecedor 505 contém elementos resistivos conectados em série através dos quais uma corrente é passada. A quantidade de corrente passada através do aquecedor 505 e as características resistivas do aquecedor 505 são selecionadas para prover a quantidade apropriada de calor para aquecer uma IOL contida na câmara 155.

25 Conexões elétricas (não mostradas) proveem corrente para o aquecedor 505. Essas conexões tipicamente proveem corrente para o aquecedor 505 a partir de uma fonte de energia, tal como uma bateria. Além disso, uma linha de controle (não mostrada) provê sinais que controlam a operação do aquecedor 505. Nessa modalidade, um controlador (não mostrado) recebe informação de temperatura do aquecedor 505 e provê sinais que controlam a operação do aquecedor 505.

O aquecedor 505 pode ficar localizado na superfície externa do cartucho 150, na superfície interna do cartucho 150 ou embutido no cartucho 150. Tipicamente, o cartucho 150 é fabricado de um material polimérico. O aquecedor 505 pode ser embutido no material polimérico.

5 As figuras 7 e 8 representam vistas da seção transversal explodidas (ambas de topo e lateral) de uma peça de mão com um aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção. A localização do aquecedor 705 é mostrada pelas linhas tracejadas. Nessa modalidade, o aquecedor 705 fica localizado abaixo do êmbolo 110. Dessa maneira, o cartucho
10 150 se ajusta na peça de mão 100 acima do aquecedor 705. O aquecedor 705 aquece o cartucho 150 e a IOL que ele contém. Como o aquecedor 505, o aquecedor 705 é um aquecedor do tipo resistivo.

O aquecedor 705 pode ficar localizado na superfície externa da peça de mão 100, na superfície interna da peça de mão 100 ou embutido na
15 peça de mão 100. Quando a peça de mão 100 é feita de um material polimérico, o aquecedor 705 pode ser embutido no material polimérico. Quando a peça de mão 100 é feita de um material metálico, o aquecedor 705 pode ficar localizado em uma das suas superfícies.

Conexões elétricas (não mostradas) proveem a corrente para o
20 aquecedor 705. Essas conexões tipicamente proveem corrente para o aquecedor 705 a partir de uma fonte de energia, tal como uma bateria. Além disso, uma linha de controle (não mostrada) provê sinais que controlam a operação do aquecedor 705. Nessa modalidade, um controlador (não mostrado) recebe informação de temperatura do aquecedor 705 e provê sinais que
25 controlam a operação do aquecedor 705.

As figuras 9 e 10 representam vistas da seção transversal explodidas (ambas superior e lateral) de uma peça de mão com um aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção. A localização do aquecedor 905 é mostrada pelas linhas tracejadas. Nessa modalidade, o aquecedor fica localizado no êmbolo 110. O calor do aquecedor 905 é transferido para a IOL diretamente quando o êmbolo 110 é inserido na câmara 155 do cartucho 150. Como os aquecedores 505 e 705, o aquecedor 905 é um
30

aquecedor do tipo resistivo.

O aquecedor 905 pode ficar localizado na superfície externa do êmbolo 110, na superfície interna do êmbolo 110 ou embutido no êmbolo 110. Quando o êmbolo 110 é feito de um material polimérico, o aquecedor
5 705 pode ser embutido no material polimérico.

Conexões elétricas (não mostradas) proveem corrente para o aquecedor 905. Essas conexões tipicamente proveem corrente para o aquecedor 905 proveniente de uma fonte de energia, tal como uma bateria. Além disso, uma linha de controle (não mostrada) provê sinais que controlam a
10 operação do aquecedor 905. Nessa modalidade, um controlador (não mostrado) recebe informação da temperatura do aquecedor 905 e provê sinais que controlam a operação do aquecedor 905.

Em uma modalidade, somente uma das configurações de aquecedor acima é selecionada. Em outras palavras, se um aquecedor está localizado no cartucho, então ele não está presente na peça de mão. Da mesma
15 forma, se um aquecedor está presente na peça de mão, ele não está presente no cartucho.

Em uma outra modalidade, dois aquecedores podem ser usados. Por exemplo, um aquecedor pode estar presente no êmbolo 110, bem como no corpo do injetor 125. Isso permite que o calor seja transferido para a IOL indiretamente através do cartucho (no caso do aquecedor localizado no corpo do injetor 125), bem como diretamente (no caso do aquecedor localizado no êmbolo 110). Numerosas outras configurações similares estão dentro do escopo da presente invenção.

25 A operação dos aquecedores 505, 705 e 905 é similar. Cada um desses aquecedores produz calor quando a corrente é passada através deles. Tipicamente, um controlador controla a quantidade de corrente e a regulação do tempo da corrente aplicada nos aquecedores. Quando acionados, os aquecedores são projetados para manter a IOL dentro de uma faixa de
30 temperatura desejada.

As figuras 11 e 12 representam vistas da seção transversal superior e lateral de um injetor de IOL dentro do qual um aquecedor pode ser

incorporado. Na modalidade da figura 11, um sistema de colocação de IOL 1100 inclui um êmbolo 1110 localizado em uma extremidade de um eixo 1110. O eixo 1110 é tipicamente rígido e é conectado no êmbolo 1105, tal que o movimento do eixo 1110 translada para movimento do êmbolo 1105.

5 Dessa maneira, o êmbolo 1105 é projetado para alternar dentro do corpo do injetor 125. Guias 1120, 1122 garantem que o êmbolo 1105 se mova de um lado para o outro em uma direção paralela ao alojamento 1115. O alojamento 1115 contém o êmbolo 1105 e o eixo 1110.

A porção do bico 1130 fica localizada em uma extremidade do sistema de colocação de IOL 1100. O interior oco 1125 fica localizado na porção do bico 1130 e é projetado para manter uma IOL. Uma passagem contínua se estende a partir dos guias 1120, 1122 através do interior oco 1125 e para fora da porção do bico 1130 na sua extremidade distal. Uma IOL contida no interior oco 1125 adjacente aos guias 1120, 1122 pode passar para fora da extremidade de ponta ou distal da porção do bico 1130 e para dentro do olho.

Em operação, o eixo 1110 é movido, assim fazendo o êmbolo 1105 se mover. O eixo 1110 e o êmbolo 1105 são geralmente obrigados a se moverem de um lado para outro em uma direção que é paralela a e dentro do alojamento 1115. Uma IOL fica localizada no interior oco 1125 adjacente aos guias 1120, 1122. O êmbolo 1105 é projetado para engatar a IOL e empurrar a IOL através do interior oco 1125, para fora da extremidade distal ou de ponta da porção do bico 1130 e para dentro do olho. A extremidade distal ou de ponta da porção do bico 1130 é inserida em uma incisão feita na córnea. A IOL é colocada no olho através dessa incisão.

As figuras 13 e 14 mostram vistas da seção transversal superior e lateral de um injetor de lente intraocular com duas localizações diferentes de aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção. Nas figuras 13 e 14, o aquecedor 1305 está localizado no êmbolo e o aquecedor 1310 está localizado na porção do bico. A localização dos aquecedores 1305, 1310 é mostrada pelas linhas sólidas. Na modalidade das figuras 13 e 14, o aquecedor 1305 está localizado no êmbolo e o aquecedor 1310 está

localizado acima e abaixo do interior oco 1125 da porção do bico 1130. Em outras modalidades, o aquecedor 1310 circunda o interior oco 1125 ou fica localizado em um lado dele.

5 Quando o aquecedor 1305 está localizado no êmbolo 1105, o calor é transferido para a IOL quando o êmbolo 1105 faz contato com a IOL. Quando o aquecedor 1310 está localizado na porção do bico 1130 e circun-
da o interior oco 1125, o calor é transferido para a IOL quando ela reside no interior oco 1125.

10 Os aquecedores 1305, 1310 são tipicamente aquecedores do tipo resistivo. Em uma modalidade, os aquecedores 1305, 1310 compreendem, cada um, um fio contínuo com uma resistência através do qual uma corrente é passada. Em outras modalidades, os aquecedores 1305, 1310 contêm, cada um, elementos resistivos conectados em série através dos
15 dos aquecedores 1305, 1310 e as características resistivas dos aquecedores 1305, 1310 são selecionadas para prover a quantidade apropriada de calor para aquecer uma IOL.

Conexões elétricas (não mostradas) proveem corrente para os aquecedores 1305, 1310. Essas conexões tipicamente proveem corrente
20 para os aquecedores 1305, 1310 a partir de uma fonte de energia, tal como uma bateria. Além disso, uma linha de controle (não mostrada) provê sinais que controlam a operação dos aquecedores 1305, 1310. Nessa modalidade, um controlador (não mostrado) recebe informação de temperatura dos aque-
25 cedores 1305, 1310 e provê sinais que controlam a operação dos aquecedores 1305, 1310.

O aquecedor 1305 pode ficar localizado na superfície externa do êmbolo 1105, na superfície interna do êmbolo 1105 ou embutido no êmbolo 1105. Tipicamente, o êmbolo 1105 é construído de um material polimérico. Em tal caso, o aquecedor 1105 pode ser embutido no material polimérico.
30 Da mesma maneira, o aquecedor 1310 pode ficar localizado na superfície externa da porção do bico 1130, na superfície interna da porção do bico 1130 ou embutido na porção do bico 1130. Tipicamente, a porção do bico

1130 é construída de um material polimérico. Em tal caso, a porção do bico 1130 pode ser embutida no material polimérico.

Em uma modalidade, somente uma das configurações de aquecedor acima é selecionada. Em outras palavras, se um aquecedor está localizado no êmbolo 1105, então ele não está presente na porção do bico 1130. Da mesma forma, se um aquecedor está presente na porção do bico 1130, ele não está presente no êmbolo 1105.

Em uma outra modalidade, dois aquecedores podem ser usados. Por exemplo, um aquecedor pode estar presente no êmbolo 1105, bem como na porção do bico 1130. Isso permite que o calor seja transferido para a IOL indiretamente através da porção do bico 1130 (no caso do aquecedor localizado na porção do bico 1130), bem como diretamente (no caso do aquecedor localizado no êmbolo 1105). Numerosas outras configurações similares estão dentro do escopo da presente invenção.

A operação dos aquecedores 1305 e 1310 é similar. Cada um desses aquecedores produz calor quando corrente é passada através deles. Tipicamente, um controlador controla a quantidade de corrente e a regulação de tempo da corrente aplicada nos aquecedores. Quando acionados, os aquecedores são projetados para manter a IOL dentro de uma faixa de temperatura desejada.

Como mostrado nas modalidades acima, um aquecedor pode ficar localizado em proximidade com uma IOL para aquecer a IOL, de modo que ela possa ser mais facilmente colocada dentro do olho. Desde que as IOLs são geralmente feitas de um material polimérico que é sensível à temperatura, prover calor através de um aquecedor integral ajuda a manter a IOL em uma temperatura na qual ela pode ser mais facilmente comprimida enquanto ainda mantendo suas características de forma. Dessa maneira, um aquecedor pode ser usado para manter a IOL dentro de uma faixa de temperatura desejada, de modo que a IOL pode ser mais facilmente colocada dentro do olho.

Embora as modalidades acima detalhem a localização e a composição do aquecedor, as modalidades seguintes descrevem o sistema de

colocação de IOL mais completamente. A figura 15 é um diagrama de blocos de uma porção de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção. Na modalidade da figura 15, uma parte do sistema de colocação de IOL inclui um controlador 1505, um motor 5 1510, um dispositivo de entrada 1515 e uma fonte de energia 1520. O controlador 1505 é conectado no motor 1510 através da interface 1530, no dispositivo de entrada 1515 através da interface 1535 e na fonte de energia 1520 através da interface 1525. A interface 1540 conecta o controlador 1505 em um aquecedor (não mostrado).

10 O controlador 1505 é tipicamente um circuito integrado capaz de executar funções lógicas. Em várias modalidades, o controlador 1505 é um controlador de motor ou um controlador de aquecedor. Em outras modalidades, o controlador 1505 é um microprocessador simples. O controlador 1505 é tipicamente na forma de um pacote IC padrão com pinos de energia, en- 15 trada e saída.

Na modalidade da figura 15, o controlador 1505 é um circuito integrado capaz de receber uma entrada do dispositivo de entrada 1515 através da interface 1535. O controlador recebe a sua energia da fonte de energia 1520 através da interface 1525. O controlador 1505 pode também 20 receber informação de um aquecedor (não mostrado) através da interface 1540. Nessa modalidade, o controlador 1505 tem duas saídas de controle. O controlador 1505 envia saídas de controle para o motor 1510 através da interface 1530. O controlador também envia saídas de controle para um aquecedor (não mostrado) através da interface 1540.

25 O dispositivo de entrada 1515 é tipicamente uma chave ou um botão que ativa alguma parte do sistema de colocação da IOL. Em uma modalidade, o dispositivo de entrada 1515 é uma chave que é ativada para ativar o aquecedor.

A fonte de energia 1520 provê energia para o controlador 1505, 30 motor 1510 e aquecedor (não mostrado). Em uma modalidade, a fonte de energia 1520 é uma bateria. Em uma outra modalidade, a fonte de energia 1520 é um cabo que direciona a energia de um console cirúrgico.

O motor 1510 é projetado para acionar um êmbolo para injetar a IOL no olho. Em uma modalidade, o motor 1510 é um motor escalonador. As interfaces 1525, 1530, 1535 e 1540 podem ser qualquer tipo de interface adequada. Em uma modalidade, essas interfaces são fios. Em outras modalidades, essas interfaces são capazes de enviar e receber energia e/ou dados.

A figura 16 é uma vista da seção transversal superior de um sistema de colocação de lente intraocular energizado a bateria representando duas localizações diferentes de aquecedor de acordo com uma modalidade da presente invenção. O sistema de colocação de IOL 1600 da figura 16 une os elementos das figuras 13 e 14 com os elementos da figura 15. Na figura 16, o sistema de colocação de IOL 1600 inclui bateria 1605, controlador 1505, dispositivo de entrada 1515, motor 1510, eixo 1110, alojamento 1115, guias 1120, 1122, interior oco 1125, interfaces 1525, 1530, 1535, 1540 e aquecedores 1305, 1310. Um indicador, tal como um LED (não mostrado), pode também estar presente no alojamento 1115.

A bateria 1605 fica localizada dentro do alojamento 1115 em uma extremidade do sistema de colocação de IOL 1600. A bateria 1605 fornece energia para o controlador através da interface 1525. A bateria 1605 também fornece energia para o motor 1510 e um ou ambos os aquecedores 1305, 1310. O dispositivo de entrada 1515, quando ativado, fornece um sinal para o controlador 1505 através da interface 1535. O controlador 1505 controla os aquecedores 1305, 1310 através de sinais enviados sobre a interface 1540. Embora a interface 1540 seja mostrada como conectando o aquecedor 1305 no controlador 1505, ela pode conectar o aquecedor 1310 no controlador 1505. O controlador 1505 controla a operação do motor 1510 através de sinais enviados sobre a interface 1530. O motor 1510 é conectado no eixo 1110 e move o eixo 1110 quando ativado. O eixo 1110 é conectado em um êmbolo (não mostrado). Guias 1120, 1122 localizados no alojamento 1115 obrigam o eixo 1110 e o êmbolo (não mostrado) a se moverem de um lado para outro em uma direção que é geralmente paralela ao alojamento 1115. O interior oco 1125 fica localizado na porção do bico do sistema

de colocação de IOL 1600. Duas localizações de aquecedor 1305, 1310 são também representadas.

Embora duas localizações de aquecedor sejam mostradas, qualquer um ou ambos os aquecedores 1305, 1310 podem estar presentes.

5 Em uma modalidade, o aquecedor 1305 está presente e o aquecedor 1310 não está. Em tal caso, o aquecedor 1305, localizado no êmbolo, aquece uma IOL diretamente quando ele entra em contato ou se aproxima da IOL. Em uma outra modalidade, o aquecedor 1310 está presente e o aquecedor 1305 não está. Em tal caso, o aquecedor 1310 aquece a IOL. Em ainda uma outra
10 modalidade, ambos os aquecedores 1305 e 1310 estão presentes. Nesse caso, ambos os aquecedores aquecem a IOL.

Em operação, o controlador 1505 recebe uma entrada do dispositivo de entrada 1515. Como mencionado, o dispositivo de entrada 1515 é tipicamente uma chave ou botão. Nesse exemplo, a entrada recebida dire-
15 ciona o controlador 1505 para ligar um aquecedor, tal como aquecedor 1305 ou aquecedor 1310 ou ambos. Através da interface 1540, o controlador 1505 liga o aquecedor, de modo que ele pode aquecer a IOL. O controlador 1505 também recebe informação de temperatura do aquecedor 1305 e/ou aque-
20 cedor 1310 através da interface 1540. O controlador 1505 controla o aquecedor 1305 e/ou o aquecedor 1310 para manter a IOL dentro de uma faixa de temperatura desejada. Um indicador, tal como um diodo emissor de luz (não mostrado) ilumina para prover uma indicação que a IOL está na faixa de temperatura desejada. Enquanto a IOL está na faixa de temperatura de-
25 sejada, o controlador ativa o motor 1510 para acionar o eixo 1110 e um êmbolo (localizado junto com o aquecedor 1305) para colocar uma IOL fora do interior oco 1125 e dentro do olho.

O controlador 1505 pode utilizar qualquer número de algoritmos diferentes para controlar o aquecedor 1305 e/ou o aquecedor 1310. Em uma modalidade consistente com os princípios da presente invenção, o controla-
30 dor 1505 usa um algoritmo de controle de liga/desliga para ligar e desligar o aquecedor para manter a IOL dentro de uma faixa de temperatura desejada. Em uma outra modalidade, o controlador 1505 controla a quantidade de cor-

rente aplicada no aquecedor 1305 e/ou no aquecedor 1310 para regular a sua temperatura. Nesse método, o aquecedor é mantido em uma faixa de temperatura para garantir que a IOL seja mantida em uma faixa de temperatura desejada.

5 Em uma outra modalidade, o controlador 1505 implementa um controlador derivado-integral-proporcional ("controlador PID"). Um controlador PID aceita um sinal de realimentação do aquecedor e controla o aquecedor usando o sinal de realimentação. Um controlador PID pode manter efetivamente o aquecedor em um ponto estabelecido desejado. Por exemplo, se o ponto estabelecido é de 35 ou 40 graus Celsius, então o controlador PID mantém o aquecedor em 35 ou 40 graus Celsius. O aquecedor pode ser mantido em qualquer ponto estabelecido usando um controlador PID.

10 A faixa de temperatura desejada pode ser preestabelecida na fábrica. Desde que o sistema de colocação de IOL é usado para colocar IOLs feitas do mesmo material polimérico, uma faixa de temperatura preestabelecida de uns poucos graus Celsius ou menos é apropriada para a faixa de temperatura desejada. Tipicamente, o material polimérico usado para fabricar as IOLs tem características dependentes da temperatura que são observáveis através de faixas de temperatura relativamente pequenas de uns poucos graus Celsius. Em tal caso, uma faixa de temperatura desejada deve ficar na faixa de uns poucos graus Celsius ou menos.

20 O controlador 1505 pode utilizar qualquer número de algoritmos diferentes para controlar o motor 1510. No caso onde o motor 1510 é um motor escalonador, o controlador 1505 avança o eixo do motor de maneira incremental, assim avançando o eixo 1110 e o êmbolo de maneira incremental. Em uma modalidade, o eixo 1110 é o eixo encontrado em um motor escalonador. Em uma outra modalidade, o eixo em um motor escalonador é acoplado no eixo 1110.

25 A modalidade da figura 17 é a mesma que essa da figura 16, exceto que a energia é provida para o sistema de colocação da IOL 1700 através de um cabo 1705. O cabo 1705 se estende do sistema de colocação da IOL 1700 para um console cirúrgico (não mostrado). O console cirúrgico

tipicamente contém um número de orifícios, tal como orifícios que proveem energia elétrica ou pneumática. O console também contém um monitor que exibe informação sobre a operação do sistema. Na modalidade mostrada na figura 17, o controlador 1505 faz interface com o cabo 1705. O controlador 5 1505 pode enviar informação para e receber informação do console através do cabo 1705. Em uma modalidade, o console executa a maior parte, se não todas, as funções de controle. Em tal caso, o controlador 1505 pode não estar presente. Ao invés disso, o cabo 1705 transporta as interfaces 1530, 1535 e 1540 e recebe sinais de entrada do dispositivo de entrada 1515 e 10 fornece sinais de controle para o motor 1510 e aquecedor 1305.

Na figura 17, somente um aquecedor, o aquecedor 1305, é mostrado. O aquecedor 1305 fica localizado no êmbolo e é projetado para aquecer diretamente a IOL. A porção do bico 1130 é também visível.

A modalidade da figura 18 é a mesma que essa da figura 17, 15 exceto que o aquecedor 1310 está localizado na porção do bico 1130 e não no êmbolo 1105.

Em operação, o sistema de colocação da IOL 1700 e o sistema de colocação da IOL 1800 recebem, cada um, sua energia através do cabo 1705. Ambos operam em um modo similar. Em uma modalidade, o controlador 1505 do sistema de colocação da IOL 1700 recebe um sinal de entrada 20 do dispositivo de entrada 1515. Esse sinal de entrada manda o controlador ativar o aquecedor 1305. Alternativamente, quando o controlador 1505 não está presente e as funções de controle são manipuladas pelo console cirúrgico, o sinal de entrada do dispositivo de entrada 1515 é recebido pelo console 25 através do cabo 1705. O controlador 1505, se presente, ou o console, se o controlador 1505 não está presente, controla a operação do aquecedor 1305 para manter a IOL dentro de uma faixa de temperatura desejada. Enquanto a IOL está na faixa de temperatura desejada, o cirurgião insere a extremidade de ponta da porção do bico 1130 em uma pequena incisão na 30 córnea do olho e ativa o êmbolo para injetar a IOL dentro do olho. Tipicamente, o cirurgião aperta uma chave a pedal para acionar o motor 1510. O motor 1510 aciona o eixo 1110 e o êmbolo 1105 deslocando a IOL para fora

do interior oco 1125, através da extremidade de ponta da porção do bico 1130 e para dentro do olho.

A chave a pedal é conectada no console cirúrgico principal. Dessa maneira, o sinal da chave a pedal indica ao console que o cirurgião deseja injetar a IOL no olho. O console controla essa operação diretamente ativamente o motor 1510 ou ele envia um sinal para o controlador 1505, se presente, e o controlador 1505 controla a operação do motor. Dessa maneira, se o controlador 1505 não está presente, então o console cirúrgico principal controla a operação do dispositivo de colocação da IOL 1700.

A modalidade da figura 19 é a mesma que essa da figura 16, exceto que a mola 1905 e o fecho de mola 1910 substituem o motor 1510. Nessa modalidade, a mola 1905 provê a força para acionar o eixo 1110 e o êmbolo 1105 para colocar a IOL dentro do olho. Uma extremidade da mola 1905 fica conectada no alojamento 1115 ou alguma estrutura (não mostrada) no interior do alojamento 1115. O fecho do eixo 1910 age para manter o eixo 1110 no lugar. Nessa posição, a mola 1905 fica sob tensão. Quando o fecho do eixo 1910 é libertado, a mola 1905 empurra o eixo 1110 em uma direção para a extremidade da porção do bico 1130. Isso, por sua vez, empurra o êmbolo 1105 e aciona a IOL para fora da porção do bico 1130 e para dentro do olho.

Em uma modalidade, o fecho do eixo 1910 é controlado pelo controlador 1505. Em uma outra modalidade, o fecho do eixo 1910 é mantido no lugar por um acoplamento mecânico (não mostrado) que é libertado pelo botão ou chave (não mostrado). Em tal caso, o controlador 1505 pode ser um controlador simples projetado para operar o aquecedor 1305 e/ou o aquecedor 1310. Nesse caso, o dispositivo de colocação de IOL 1900 pode ser descartável.

Em operação, o dispositivo de colocação de IOL descartável 1900 é ativado pela ativação do dispositivo de entrada 1515. O dispositivo de entrada 1515 é tipicamente uma chave ou um botão que liga o aquecedor 1305, o aquecedor 1310 ou ambos os aquecedores 1305 e 1310. O(s) aquecedor(es) conseguem sua energia da bateria 1605. A bateria 1605 fornece

corrente para o(s) aquecedor(es). Depois que o(s) aquecedor(es) aquece(m) a IOL, de modo que a IOL fique dentro de uma faixa de temperatura desejada, um indicador (não mostrado), tal como um LED, é iluminado. Isso deixa o cirurgião saber que a IOL está pronta para ser injetada. O cirurgião então
5 insere a extremidade de ponta da porção do bico 1130 (que está localizado no aquecedor 1310) em uma incisão na córnea e liberta o fecho do eixo 1910. O fecho do eixo pode ser desativado ou libertado pela ativação de um disparo de fecho de eixo mecânica (não mostrado). Um tal disparo de fecho de eixo pode ser na forma de uma chave ou botão. Depois que o fecho do
10 eixo é libertado, a mola empurra o eixo 1110 e o êmbolo 1105 (que está localizado no aquecedor 1305) em direção à extremidade de ponta da porção do bico 1130. O êmbolo 1105 empurra a IOL para fora da cavidade interior 1125, através de extremidade de ponta da porção do bico 1130 e para dentro do olho.

15 A despeito de qual modalidade é praticada, um aspecto de segurança pode ser adicionado no sistema de colocação de IOL. Esse aspecto de segurança permite que a IOL seja inserida no olho somente quando a IOL está dentro da faixa de temperatura desejada. Em tal caso, a colocação da IOL dentro do olho é impedida por um fecho mecânico ou pelo controlador
20 (dependendo da implementação) até que a IOL alcança a faixa de temperatura desejada. Um tal esquema de segurança é facilmente implementado no controlador 1505 ou no console cirúrgico principal.

A figura 20 é um fluxograma de um método de operação de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção. Em 2010, a IOL é aquecida. Em 2020, a IOL é mantida dentro de uma faixa de temperatura desejada. Em 2030, a IOL é colocada dentro do olho enquanto ela está na faixa de temperatura desejada.
25

A figura 21 é um fluxograma de um outro método de operação de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção. Em 2110, o aquecedor é ativado. Em 2120, a IOL é aquecida. Se a IOL não alcançou a faixa de temperatura desejada em 2130, então a colocação da IOL é impedida em 2170 e a IOL continua a ser aque-
30

cida em 2120. Se a IOL alcançou a faixa de temperatura desejada em 2130, então em 2140, uma indicação é fornecida que a IOL está na faixa de temperatura desejada. Essa indicação pode ser visual, tal como iluminando um LED. Em 2150, a temperatura da IOL é mantida na faixa de temperatura desejada. Em 2160, a IOL é colocada dentro do olho enquanto ela está na faixa de temperatura desejada.

A figura 22 é um fluxograma de um outro método de operação de um sistema injetor de lente intraocular de acordo com uma modalidade da presente invenção. Em 2210, um sinal de entrada indicando que o aquecedor deve ser ativado é recebido. Em 2220, o aquecedor é ativado. Em 2230, a IOL é aquecida. Se a IOL não alcançou a faixa de temperatura desejada em 2240, então em 2250, a realimentação é provida para o controlador e em 2230 a IOL continua a ser aquecida. Se a IOL alcançou a faixa de temperatura desejada em 2240, então em 2260, uma indicação é provida que a IOL está na faixa de temperatura desejada. Em 2270, a temperatura da IOL é mantida na faixa de temperatura desejada. Em 2280, um sinal é enviado para ativar o êmbolo. Em 2290, a IOL é colocada dentro do olho enquanto ela está na faixa de temperatura desejada.

A partir do acima, pode ser verificado que a presente invenção proporciona um sistema aprimorado para colocação de uma lente intraocular no olho. A presente invenção proporciona um dispositivo de injeção de lente intraocular com temperatura controlada que permite que a lente seja aquecida para uma faixa de temperatura desejada, assim aprimorando a sua capacidade de compressão. Isso permite que a lente seja colocada através de uma incisão menor. A presente invenção é ilustrada aqui por exemplo e várias modificações podem ser feitas por uma pessoa versada na técnica.

Outras modalidades da invenção serão evidentes para aqueles versados na técnica a partir da consideração do relatório descritivo e prática da invenção descrita aqui. É planejado que o relatório descritivo e os exemplos sejam considerados como exemplares somente, com o verdadeiro escopo e espírito da invenção sendo indicado pelas reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para colocar de uma lente intraocular em um olho, compreendendo:

aquecer a lente intraocular,
5 manter a lente intraocular dentro de uma faixa de temperatura desejada e

injetar a lente intraocular no olho quando a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo:

10 prover uma indicação que a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que manter a lente intraocular dentro de uma faixa de temperatura desejada ainda compreende conservar a lente intraocular em uma faixa de temperatura que
15 permite que ela seja comprimida.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que injetar a lente intraocular ainda compreende ativar um motor para acionar um êmbolo.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que injetar a
20 lente intraocular ainda compreende disparar uma mola para acionar um êmbolo.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo:

25 retardar a injeção da lente intraocular no olho até que a lente intraocular alcance a faixa de temperatura desejada.

7. Método para colocar de uma lente intraocular aquecida em um olho compreendendo:

ativar um aquecedor para aquecer a lente intraocular,
manter a lente intraocular dentro de uma faixa de temperatura e
30 colocar a lente intraocular no olho enquanto a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, ainda compreendendo:

dendo:

usar um sinal de realimentação para controlar o aquecedor.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, ainda compreendendo:

5 manter o aquecedor em uma temperatura constante.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, ainda compreendendo:

receber um sinal de entrada indicando que um aquecedor deve ser ligado.

10 11. Método, de acordo com a reivindicação 7, ainda compreendendo:

receber um sinal de entrada indicando que um aquecedor deve ser desligado.

15 12. Método, de acordo com a reivindicação 7, ainda compreendendo:

prover uma indicação que a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.

13. Método, de acordo com a reivindicação 7, ainda compreendendo:

20 retardar a colocação da lente intraocular no olho até que a lente intraocular alcance a faixa de temperatura desejada.

25 14. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que manter a lente intraocular dentro de uma faixa de temperatura desejada ainda compreende conservar a lente intraocular em uma faixa de temperatura que permita que ela seja comprimida.

15. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que injetar a lente intraocular ainda compreende ativar um motor para acionar um êmbolo.

30 16. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que injetar a lente intraocular ainda compreende disparar uma mola para acionar um êmbolo.

17. Método de injeção de uma lente intraocular em um olho compreendendo:

receber um sinal de entrada indicando que um aquecedor deve ser ligado,

ativar o aquecedor para aquecer a lente intraocular,

receber um sinal de realimentação para controlar o aquecedor,

5 controlar o aquecedor para manter a lente intraocular dentro de uma faixa de temperatura desejada,

enviar um sinal para colocar a lente intraocular dentro do olho somente quando a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.

10 18. Método, de acordo com a reivindicação 17, ainda compreendendo:

prover uma indicação que a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.

15 19. Método, de acordo com a reivindicação 17, ainda compreendendo:

ativar um êmbolo para colocar a lente intraocular dentro de um olho pela ativação de um motor para acionar o êmbolo.

20 20. Método, de acordo com a reivindicação 17, ainda compreendendo:

ativar um êmbolo para colocar a lente intraocular em um olho disparando uma mola para acionar o êmbolo.

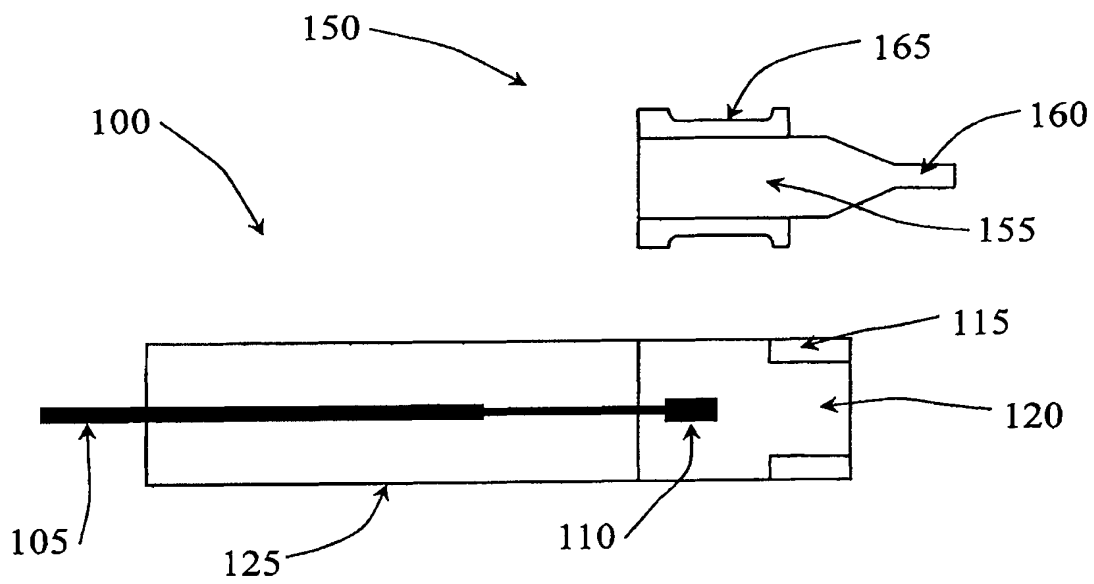


Fig. 1

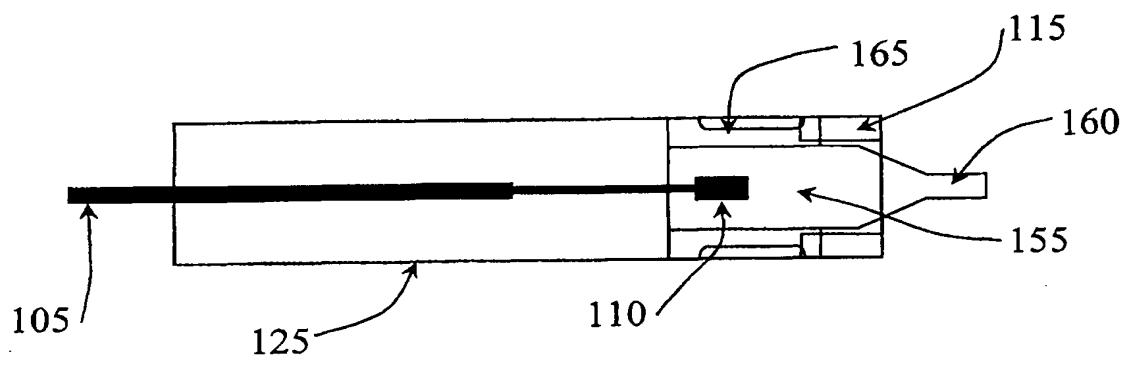


Fig. 2

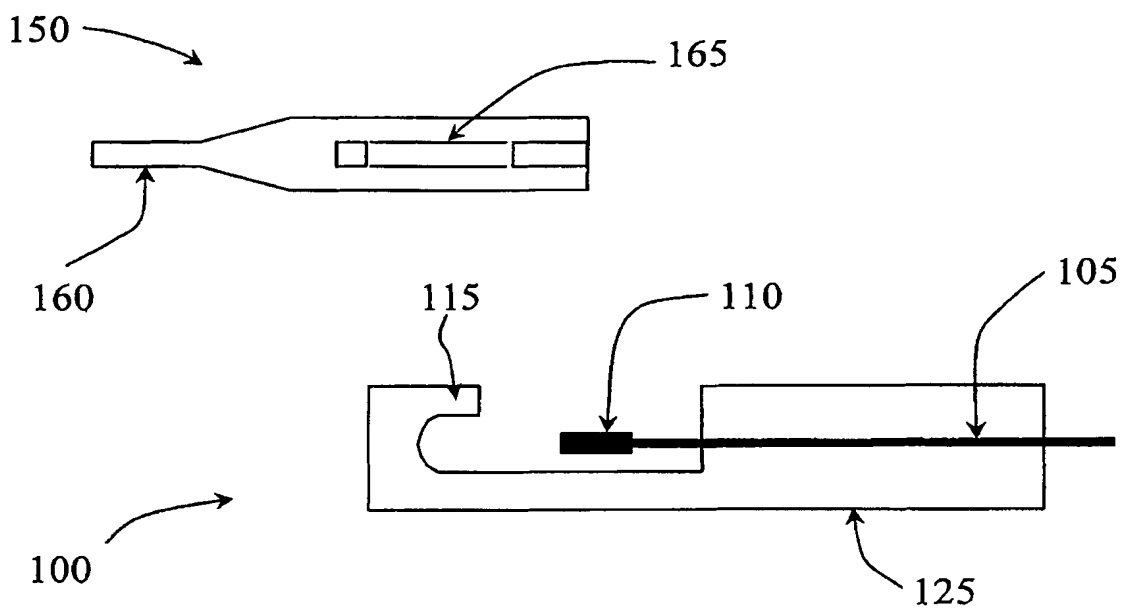


Fig. 3

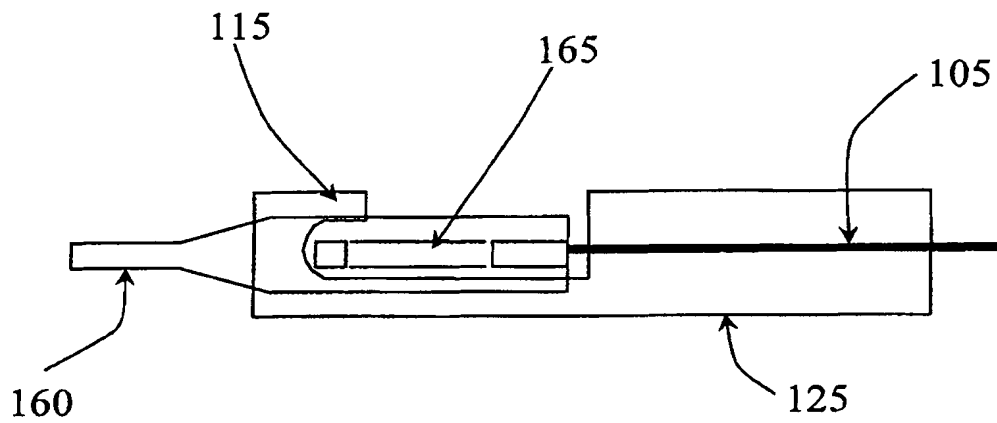


Fig. 4

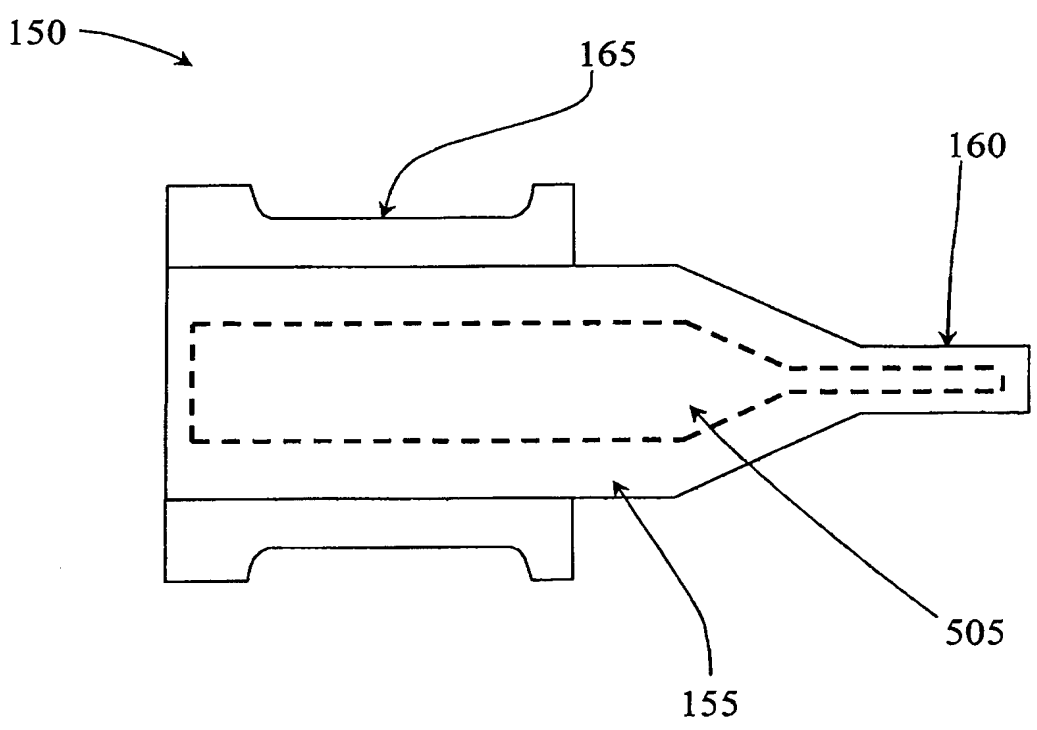


Fig. 5

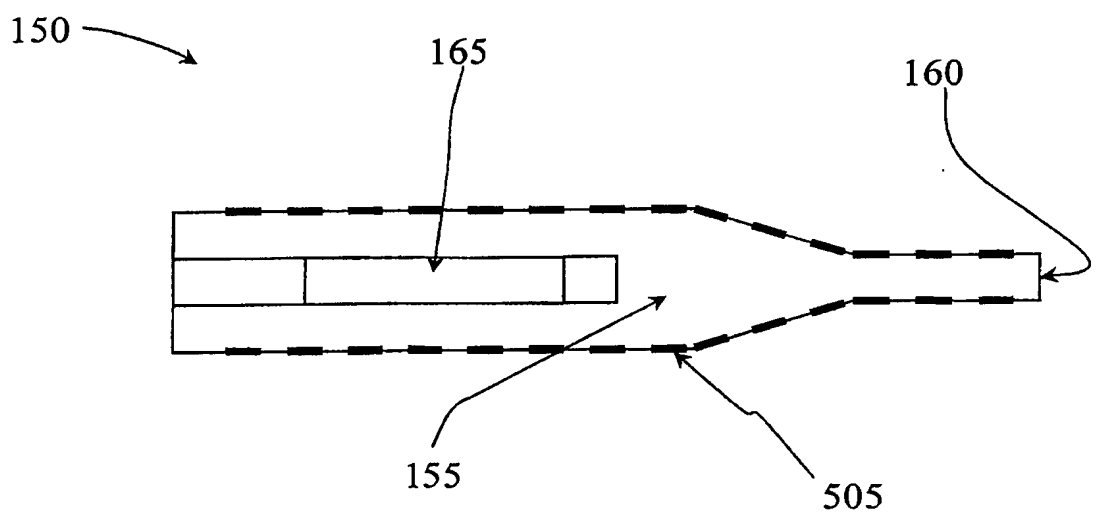


Fig. 6

4/12

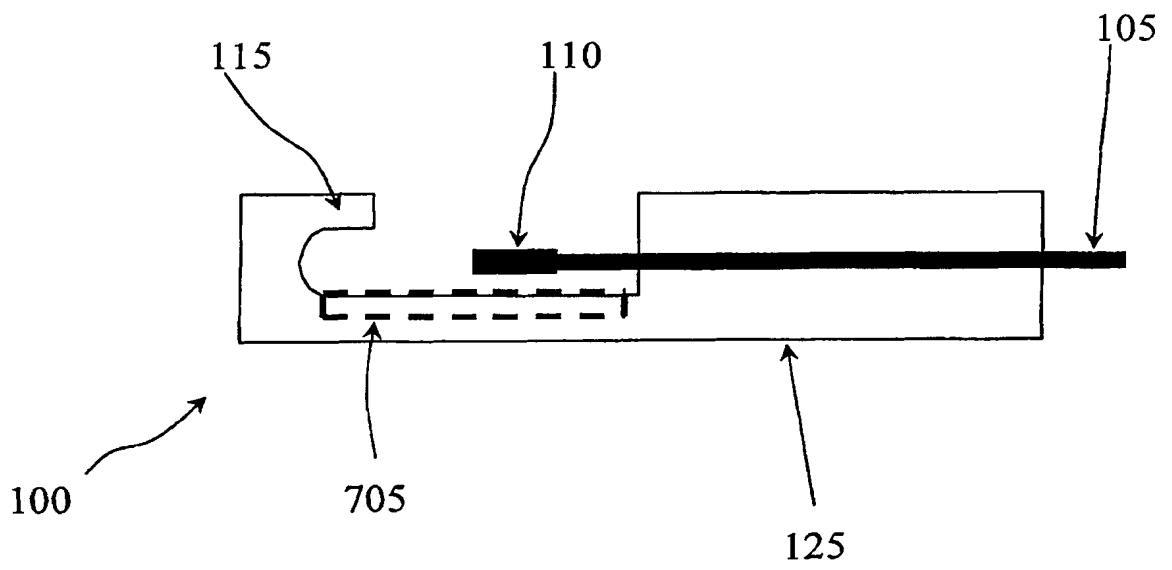


Fig. 7

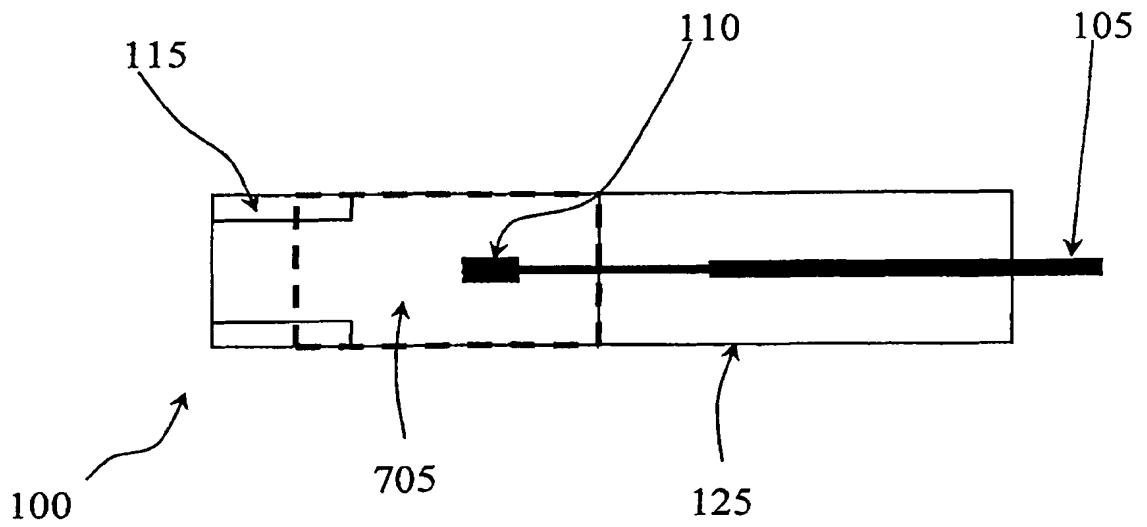


Fig. 8

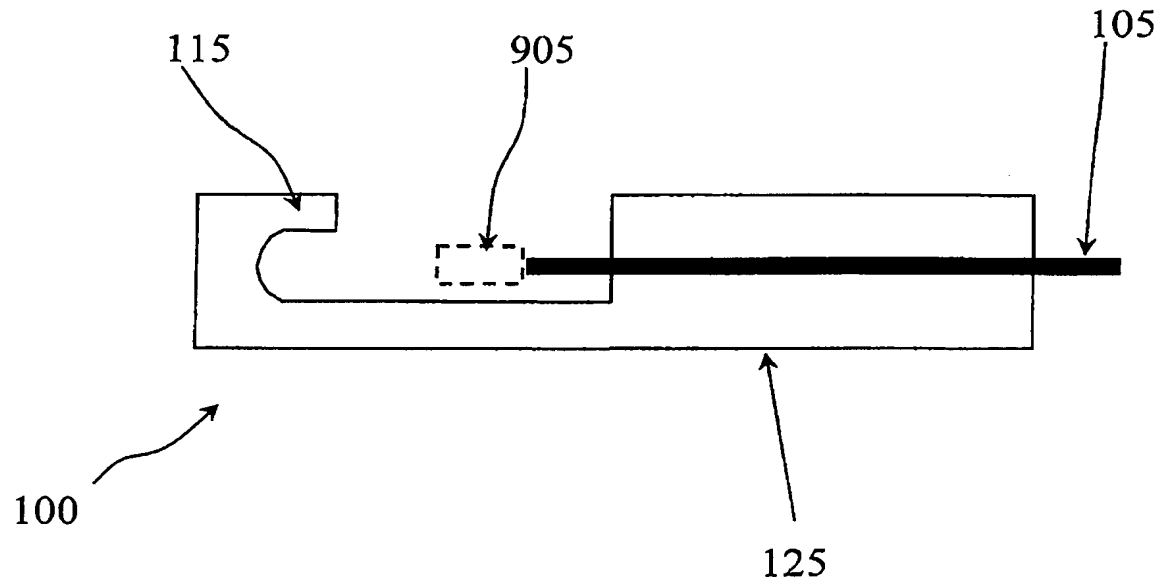


Fig. 9

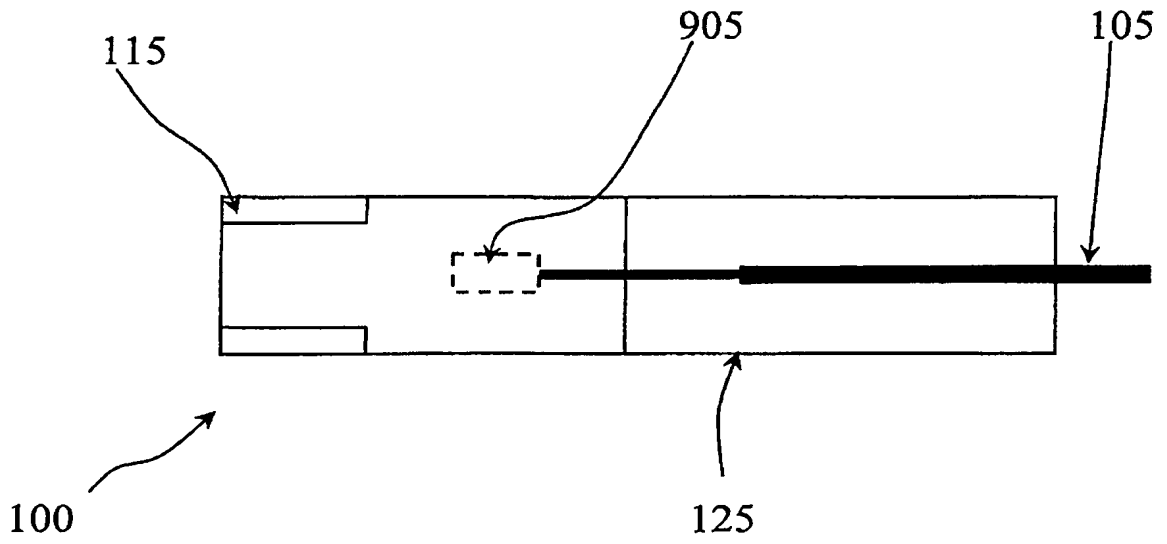


Fig. 10

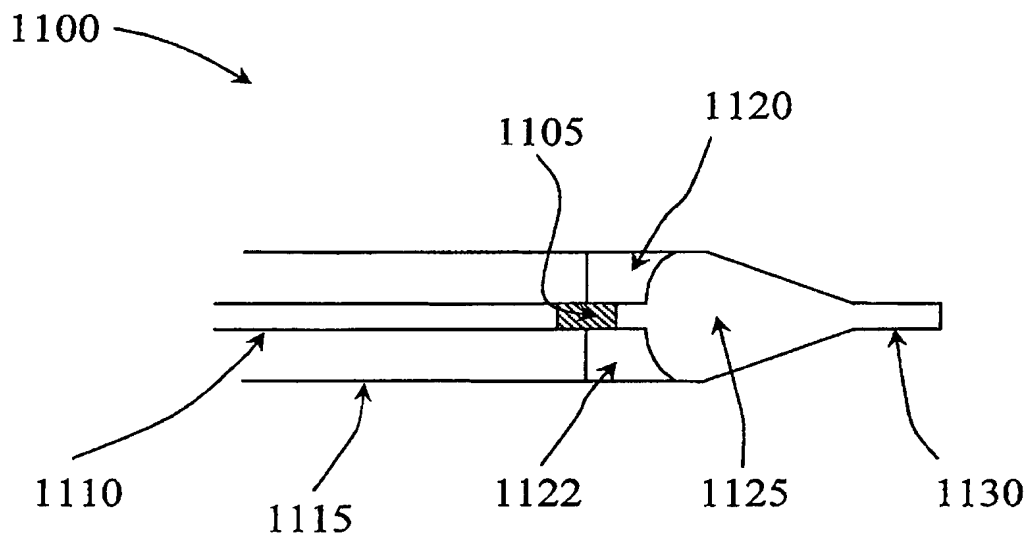


Fig. 11

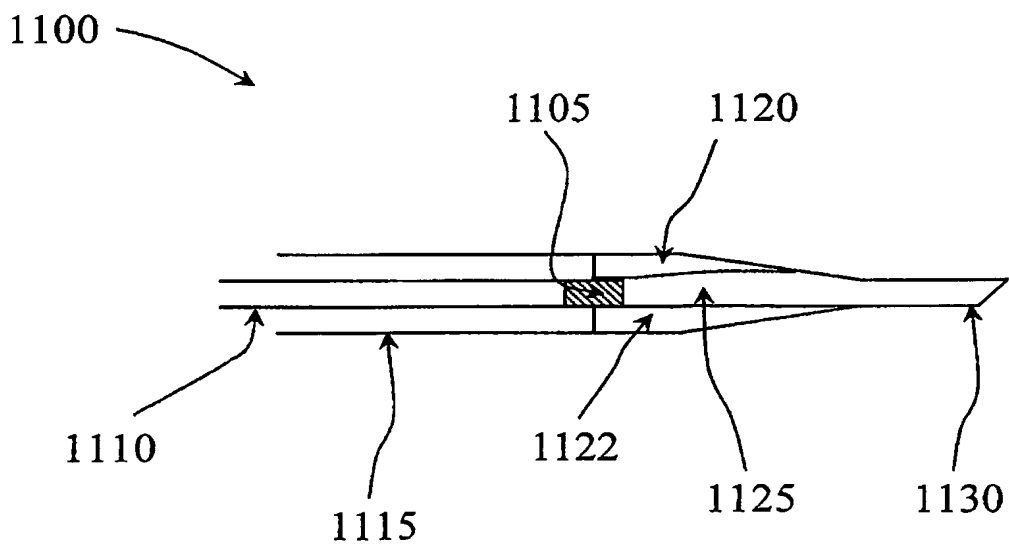


Fig. 12

7/12

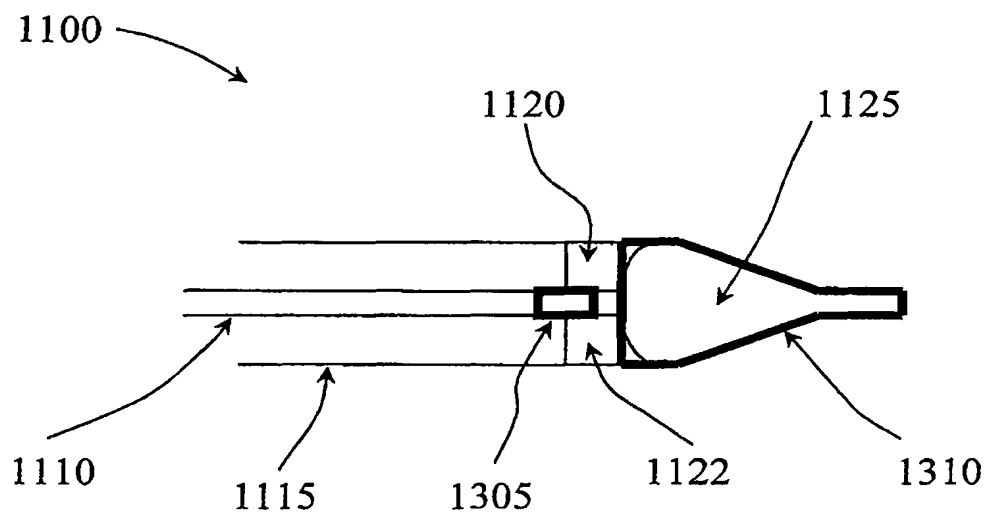


Fig. 13

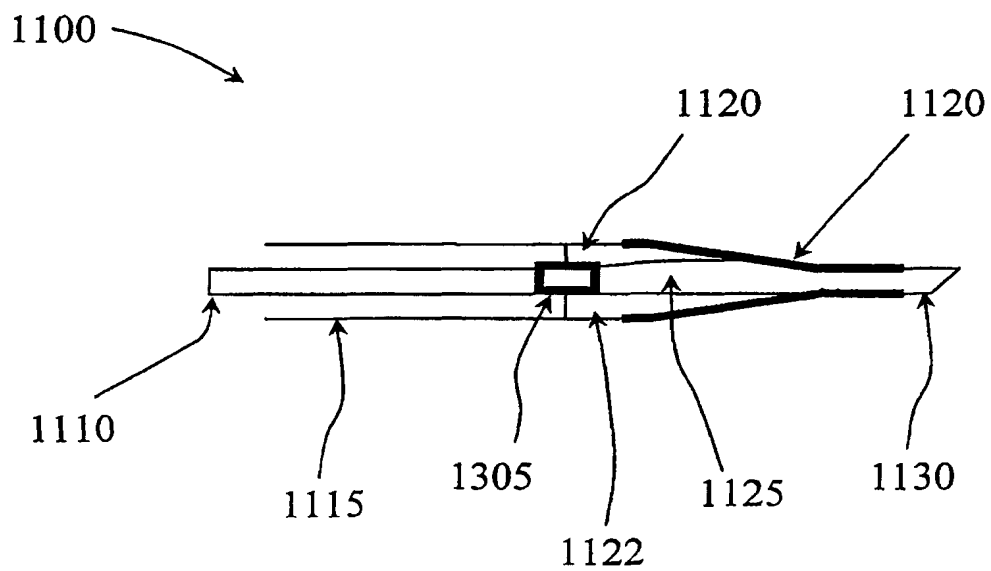


Fig. 14

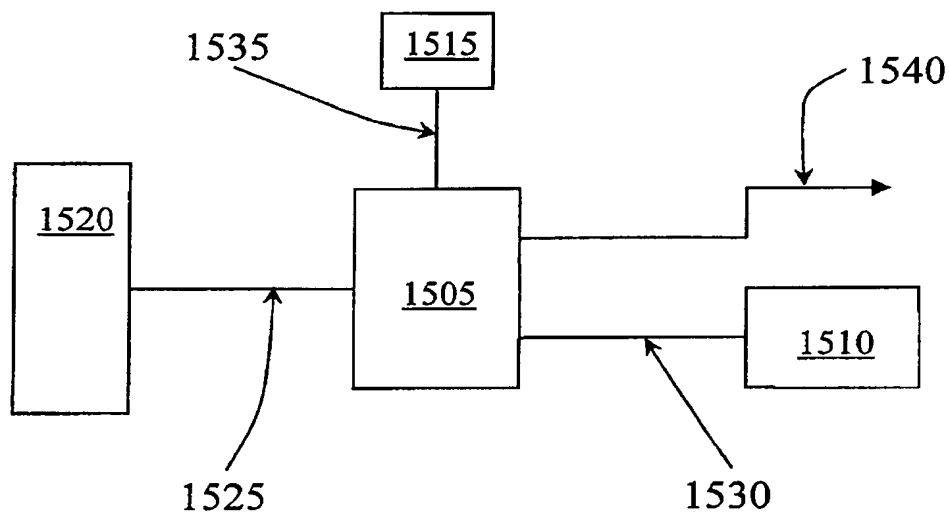


Fig. 15

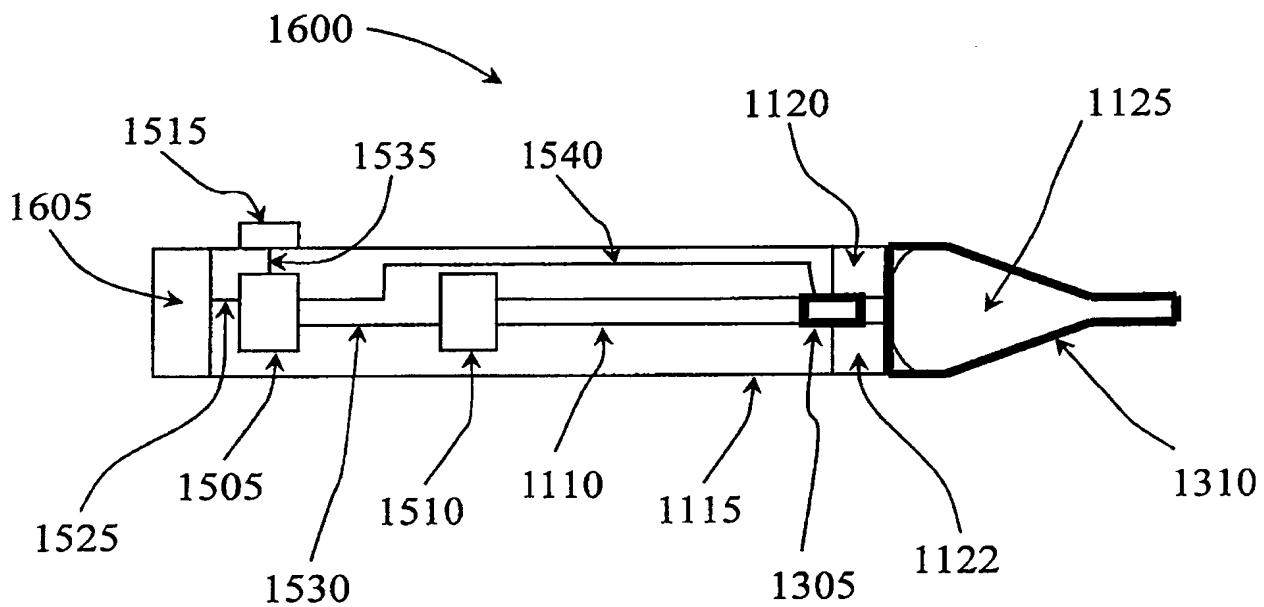


Fig. 16

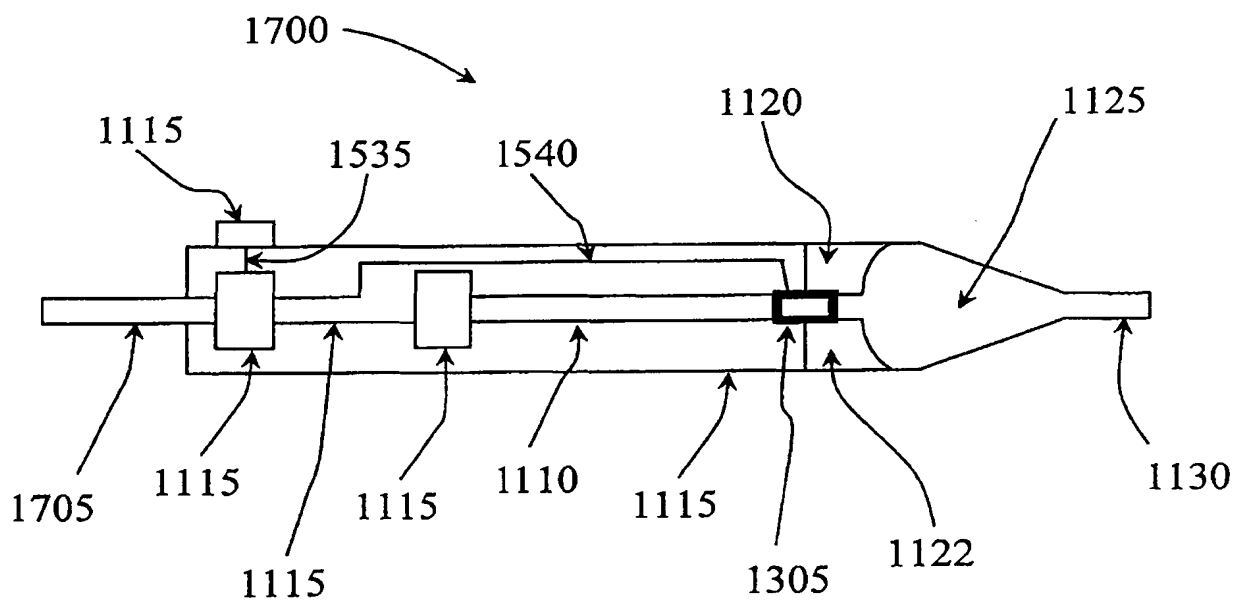


Fig. 17

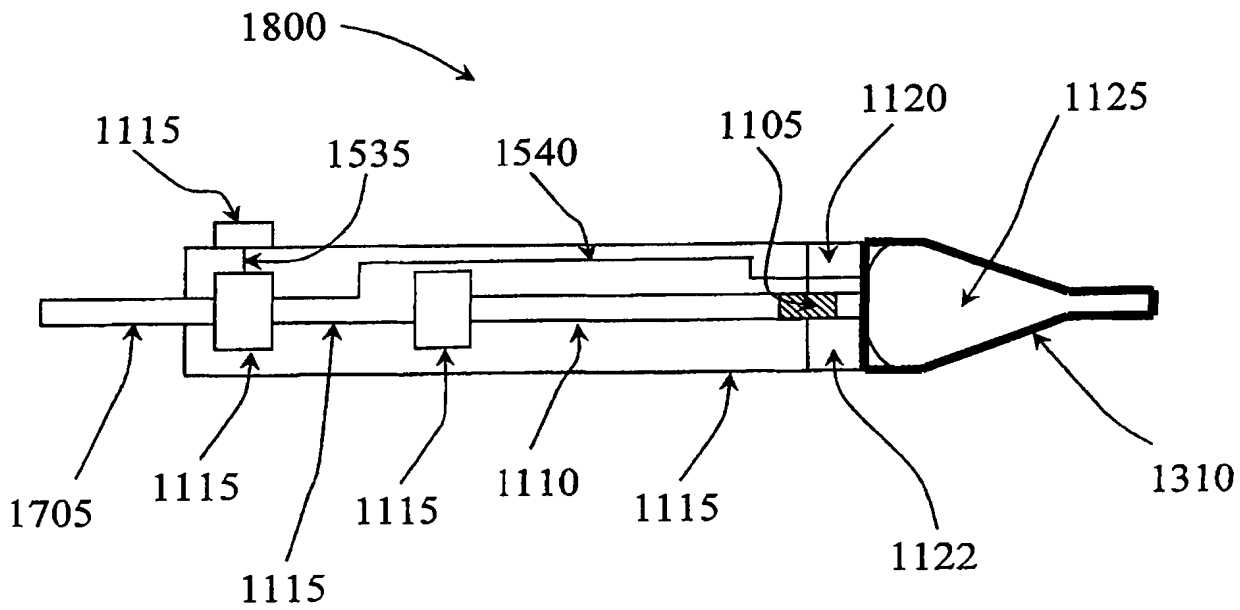


Fig. 18

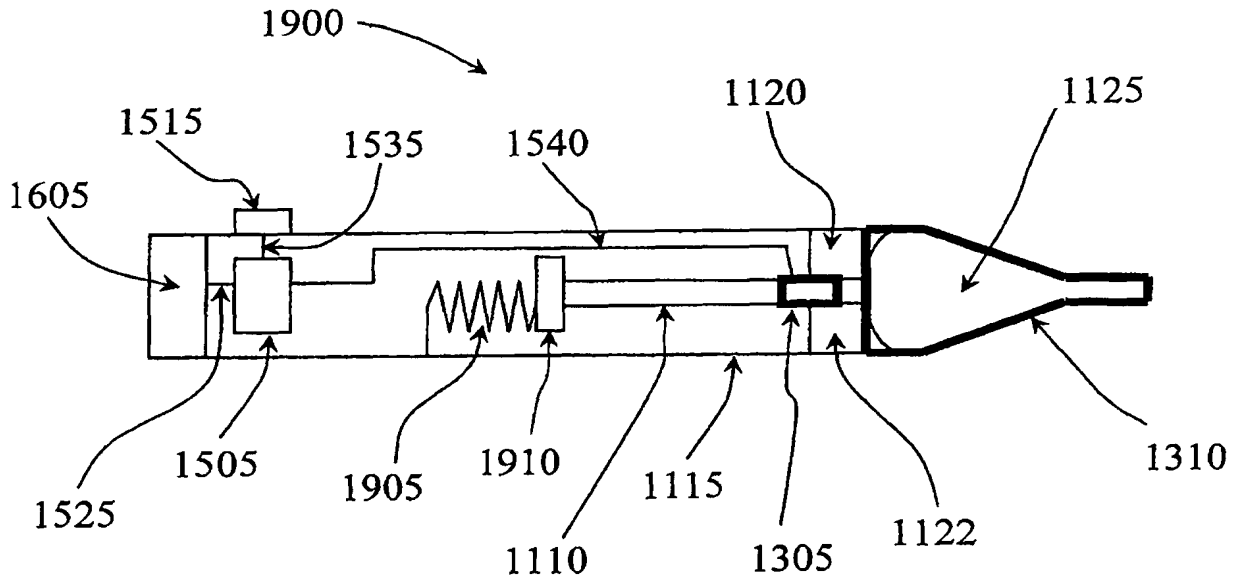


Fig. 19

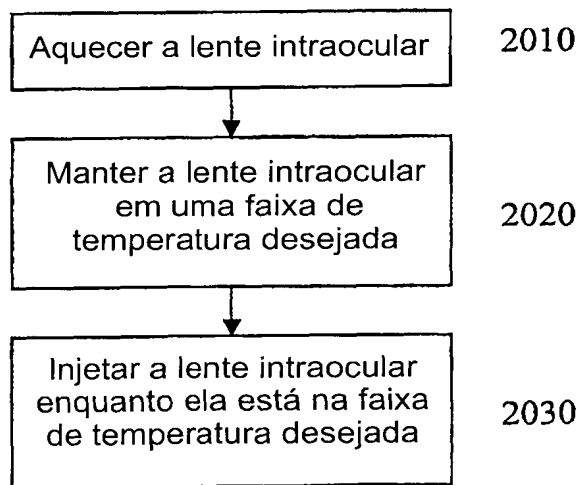


Fig. 20

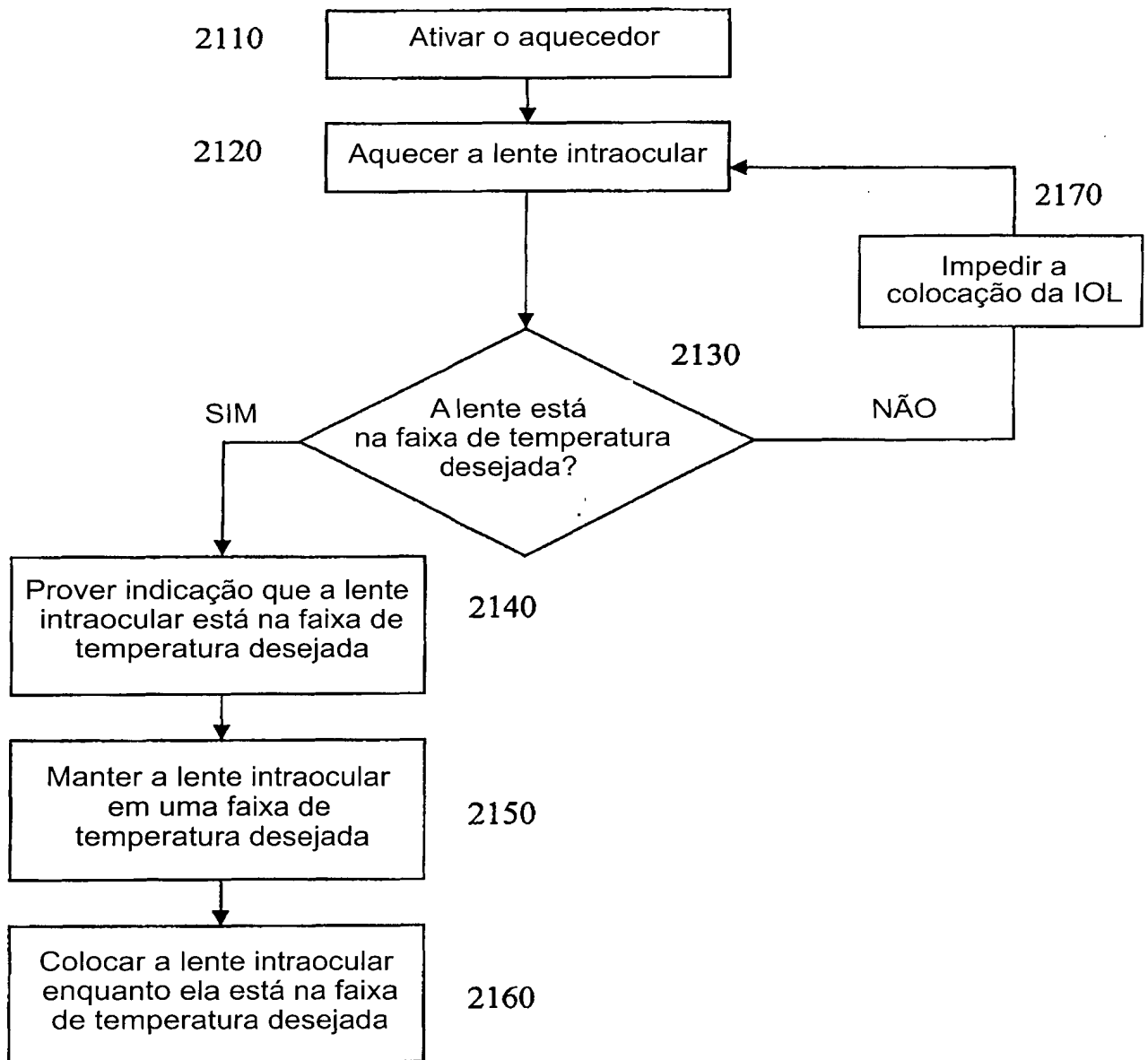


Fig. 21

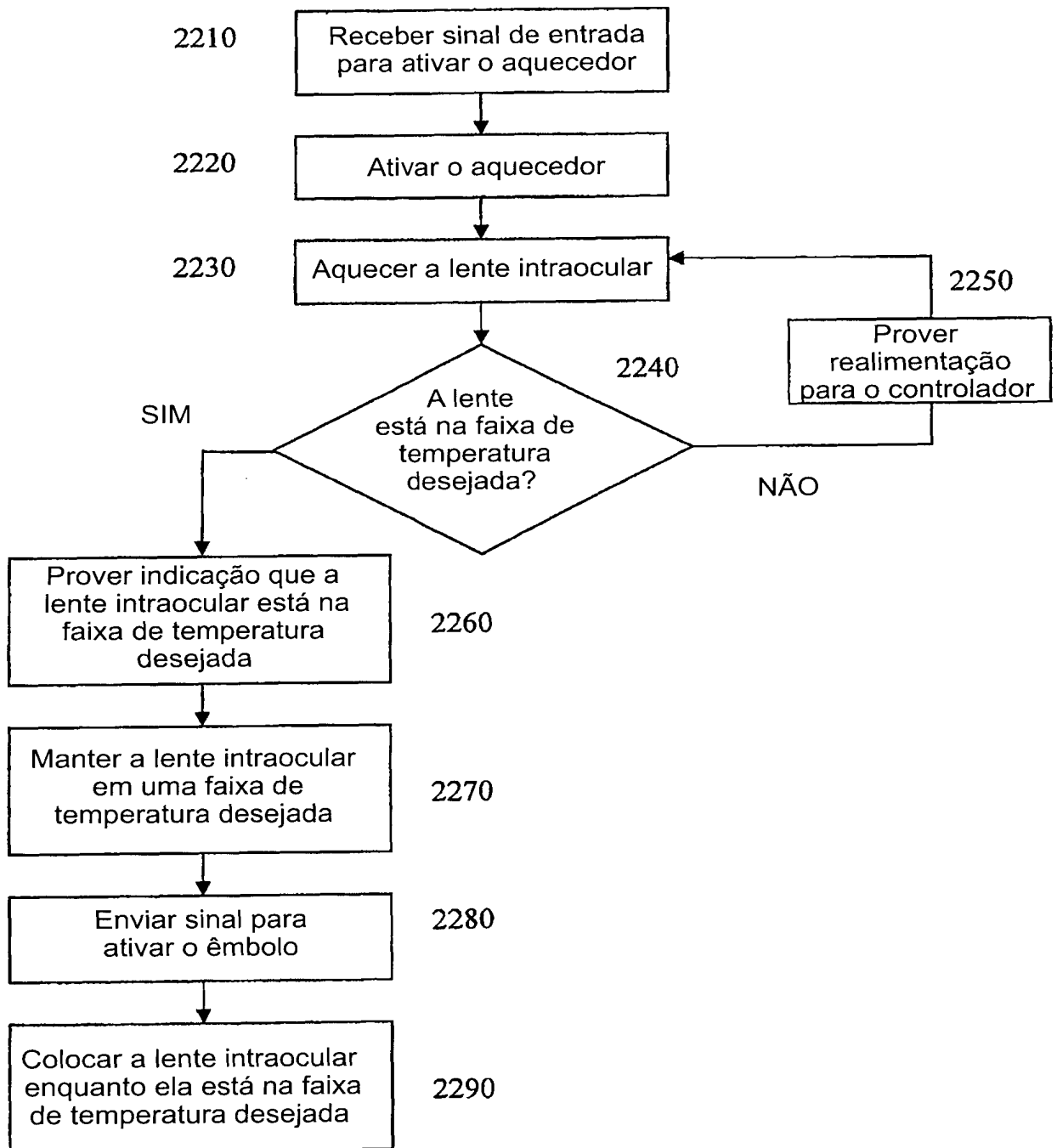


Fig. 22

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA COLOCAR LENTE INTRAOCULAR DE TEMPERATURA CONTROLADA"**.

5 A presente invenção refere-se a um método para colocar de uma lente intraocular em um olho, que é descrito. A lente intraocular é aquecida. A lente intraocular é mantida dentro de uma faixa de temperatura desejada. A lente intraocular é injetada no olho quando a lente intraocular está dentro da faixa de temperatura desejada.