



**IPI**  
INSTITUTO  
NACIONAL  
DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL  
Assinado  
Digitalmente

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

CARTA PATENTE Nº PI 0911293-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 0911293-6

**(22) Data do Depósito:** 30/03/2009

**(43) Data da Publicação Nacional:** 29/09/2015

**(51) Classificação Internacional:** B29D 11/00.

**(30) Prioridade Unionista:** US 12/405,586 de 17/03/2009; US 61/040,772 de 31/03/2008.

**(54) Título:** MÉTODO PARA FORMAÇÃO DE UMA LENTE OPTÁLMICA COMPREENDENDO UM MATERIAL CONDUTOR

**(73) Titular:** JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC., Sociedade Norte-Americana. Endereço: 7500 Centurion Parkway, Suite 100, Jacksonville FL 32256, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

**(72) Inventor:** RANDALL B. PUGH; DANIEL B. OTTS.

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/123985 de 08/10/2009

**Prazo de Validade:** 10 (dez) anos contados a partir de 05/11/2019, observadas as condições legais

**Expedida em:** 05/11/2019

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA FORMAÇÃO DE UMA LENTE OFTÁLMICA COMPREENDENDO UM MATERIAL CONDUTOR**".

PEDIDOS RELACIONADOS

- 5 Este pedido é um depósito não-provisório de um pedido provisório com nº de série US 61/040772, depositado em 31 de março de 2008.

CAMPO DE USO

- Esta invenção descreve métodos e aparelhos para a fabricação de uma lente oftálmica energizada e, mais especificamente, de uma lente oftálmica energizada com um inserto de meio que inclui uma fonte de energia.

ANTECEDENTES

- Tradicionalmente, um dispositivo oftálmico, como uma lente de contato, uma lente intraocular ou um plugue para o ponto lacrimal incluíam um dispositivo biocompatível com uma qualidade corretiva, cosmética ou terapêutica. Uma lente de contato, por exemplo, pode fornecer um ou mais dentre: funcionalidade de correção da visão; melhoria cosmética; e efeitos terapêuticos. Cada função é fornecida por uma característica física da lente. Um design que incorpora uma qualidade refrativa em uma lente pode fornecer uma função corretiva da visão. Um pigmento incorporado na lente pode fornecer uma melhoria cosmética. Um agente ativo incorporado na lente pode fornecer uma funcionalidade terapêutica. Estas características físicas são obtidas sem que a lente entre em um estado energizado.

- Mais recentemente, formulou-se a teoria de que componentes ativos podem ser incorporados em uma lente de contato. Alguns componentes podem incluir dispositivos semicondutores. Alguns exemplos mostraram dispositivos semicondutores incluídos em uma lente de contato colocada sobre os olhos de animais. Entretanto, estes dispositivos não possuem um mecanismo de energização de sustentação independente. Embora seja possível passar fios a partir de uma lente até uma bateria para energizar estes dispositivos semicondutores, e tenha sido postulado que os dispositivos podem ser energizados de forma sem fio, nenhum mecanismo para esta energização sem fio está disponível.

E desejável, portanto, ter métodos e aparelhos adicionais que contribuam para a formação de lentes oftálmicas que são energizadas de forma sem fio na medida adequada para energizar um dispositivo semiconductor incorporado em um dispositivo biomédico, como uma lente oftálmica.

## 5 SUMÁRIO

Consequentemente, a presente invenção inclui métodos e aparelhos para formação de uma lente oftálmica com uma porção energizada capaz de alimentar um componente ativo. Em algumas modalidades, a lente oftálmica incluirá um hidrogel de silicone moldado com um inserto de meios  
10 que inclui um receptor de energia capaz de, sem o uso de fios, receber energia e alimentar um componente eletrônico. A porção energizada pode ser criada, por exemplo, através de um processo de impressão por jato de tinta ou por bloco, ou por um posicionamento automatizado no qual um material condutor é colocado em um meio incorporado à lente.

15 As modalidades adicionais incluem métodos para formação de uma lente oftálmica, os quais incluem as etapas de depositar um meio que inclui um receptor de energia em uma peça de molde para fabricação de uma lente oftálmica.

O receptor de energia pode ser depositado sobre o meio  
20 através de impressão por jato de tinta ou por bloco, ou por posicionamento mecânico. Uma mistura de monômero reativo é colocada em uma dentre a primeira e segunda peças de um molde. A primeira parte do molde é posicionada adjacente à segunda parte do molde formando assim uma cavidade na lente com o meio que inclui o receptor de energia e pelo  
25 menos alguma mistura do monômero reativo na cavidade da lente; e expondo a mistura de monômero reativo à radiação actínica.

As lentes são formadas através do controle da radiação actínica à qual a mistura de monômero reativo é exposta.

## DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

30 A figura 1 ilustra um aparelho de montagem de moldes e um meio de acordo com algumas modalidades da presente invenção.

A figura 2A ilustra uma vista de cima para baixo de uma lente oftálmica com um meio que inclui um componente e um receptor de energia.

A figura 2B ilustra uma vista lateral de uma lente oftálmica com um meio que inclui um componente e um receptor de energia.

5 A figura 3 ilustra um aparelho usado para posicionar um meio com um receptor de energia em um molde para lente.

A figura 4 ilustra etapas do método de acordo com algumas modalidades da presente invenção.

10 A figura 5 ilustra uma etapas de um método de acordo com alguns aspectos adicionais da presente invenção.

A figura 6 ilustra um processador que pode ser usado para implementar algumas modalidades da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

15 A presente invenção inclui lentes oftálmicas e métodos para produção de lentes oftálmicas. Em particular, a presente invenção inclui uma lente oftálmica com um receptor de energia sem fio e um componente para processamento de informações aplicado a uma lente ou a uma peça do molde para lente através de inserto de meios. Em algumas modalidades, a presente invenção inclui uma lente de contato de hidrogel que inclui um meio  
20 compreendendo um receptor de energia genericamente anular em torno de uma periferia de uma zona óptica na lente de contato. Modalidades adicionais podem incluir uma porção receptora de energia que inclui uma espiral ou outro padrão de material condutor incorporado a um meio incluído em uma lente oftálmica. A estrutura pode ser baseada em um comprimento de onda  
25 coordenado de energia que pode ser transmitido por meio de comunicação sem fio à lente.

Em algumas modalidades, uma estrutura de material condutor pode estar situada fora de uma zona óptica através da qual um usuário de uma lente poderia enxergar, enquanto outras modalidades podem incluir  
30 uma estrutura de material condutor que é suficientemente pequena, de modo a não afetar de maneira adversa a visão de um usuário de lente de contato e, portanto, pode estar situada dentro, ou fora de uma zona óptica.

Em geral, de acordo com algumas modalidades da presente invenção, um inserto de meios que inclui um receptor de energia é incorporado a uma lente oftálmica. Em algumas modalidades, o receptor de energia pode ser depositado sobre o meio por um processo de impressão a jato, que coloca o material receptor em um local desejado. O inserto de meios é mecanicamente colocado em uma posição em relação a uma peça do molde usado para produzir a lente. Em algumas modalidades, um componente é colocado em comunicação elétrica com o material receptor incluído no meio, de modo que o material receptor possa fornecer a energia elétrica para alimentar o componente. Após o posicionamento do inserto de meios, uma mistura reativa pode ser moldada pelas respectivas peças do molde, e polimerizada para formar a lente oftálmica.

#### Definições

Para uso na presente invenção, "receptor de energia" refere-se a um meio que funciona como uma antena para receber energia sem fio, como, por exemplo, através de transmissão de onda de rádio.

Para uso na presente invenção, o termo "porção receptora de energia" refere-se a uma porção de um dispositivo biomédico, como uma lente oftálmica, que é funcional como receptor de energia.

Para uso na presente invenção, o termo "jato de tinta", refere-se a um aparelho destinado a propelir gotículas de líquido ou de material fundido sobre um meio. O aparelho para impressão a jato de tinta pode incluir, a título de exemplos não-limitadores, um ou mais dentre: aparelho para impressão a jato de tinta piezoelétrico, térmico e contínuo.

Para uso na presente invenção, o termo "impressão a jato de tinta" ou "impressão a jato" refere-se a uma ação que resulta na propulsão de gotículas ou de material fundido sobre um meio.

Para uso na presente invenção, "lente" se refere a qualquer dispositivo oftálmico que resida no ou sobre o olho. Esses dispositivos podem fornecer correção ótica ou podem ser cosméticos. Por exemplo, o termo lente pode se referir a uma lente de contato, lente intraocular, lente de sobreposição, inserto ocular, inserto óptico ou outro dispositivo similar através do qual a visão

é corrigida ou modificada, ou através do qual a fisiologia ocular é cosmeticamente acentuada (por exemplo, cor da íris) sem impedir a visão. Em algumas modalidades, as lentes preferenciais da invenção são lentes de contato macias, são feitas de hidrogéis ou elastômeros de silicone, as quais incluem, mas não se limitam a hidrogéis de silicone e flúor-hidrogéis de silicone.

Para uso na presente invenção, o termo "mistura para formação de lente" ou "mistura reativa" ou "RMM" (mistura de monômero reativo) se refere a um material de monômero ou prepolímero que pode ser curado e reticulado, ou reticulado para formar uma lente oftálmica. Várias modalidades podem incluir misturas para formação de lente com um ou mais aditivos como: como bloqueadores de UV, tonalizações, fotoiniciadores ou catalisadores, e outros aditivos que pode-se desejar em uma lente oftálmica, como uma lente de contato ou intraocular.

Para uso na presente invenção "superfície de formação da lente" significa uma superfície que é usada para modelar uma lente. Em algumas modalidades, qualquer superfície 103-104 pode ter um acabamento de superfície de qualidade ótica, o que indica que ela é suficientemente lisa e formada para que uma superfície da lente criada pela polimerização de um material de formação de lente em contato com a superfície de moldagem seja óticamente aceitável. Adicionalmente, em algumas modalidades, a superfície de formação da lente 103-104 pode ter uma geometria que é necessária para conferir à superfície da lente as características ópticas desejadas, incluindo sem limitação, forças esféricas, não esféricas e cilíndricas, correção de aberração de onda frontal, correção de topografia da córnea e similares, assim como quaisquer combinações dos mesmos.

Para uso na presente invenção, o termo "inserção média" se refere a uma plataforma rígida, semirrígida ou flexível para suportar um receptor de energia.

Para uso na presente invenção, o termo "molde" se refere a um objeto rígido ou semirrígido que pode ser usado para formar lentes a partir de formulações não curadas. Alguns moldes preferenciais incluem duas

peças de molde que formam uma peça de molde curva frontal e uma peça de molde curva posterior.

Para uso na presente invenção, "zona óptica" significa a área de uma lente oftálmica através da qual um usuário da lente oftálmica enxerga.

- 5            Para uso na presente invenção, "liberada de um molde" significa que uma lente se torna separada por completo do molde ou é somente fixada de forma livre de modo que possa ser removida com agitação moderada ou empurrada para fora com um cotonete.

#### Moldes

- 10            Agora com referência à figura 1, um diagrama de um molde exemplificador 100 para uma lente oftálmica é ilustrado com uma porção receptora de energia 109. Para uso na presente invenção, os termos um molde inclui uma forma 100 que tem uma cavidade 105 dentro da qual uma  
15            mistura para formação de lente 110 pode ser dispensada de modo que, pela reação ou cura da mistura para formação de lente, uma lente oftálmica de um formato desejado seja produzida. Os moldes e os conjuntos de moldes 100 desta invenção são feitos de mais de uma "partes de molde" ou "peças de molde" 101-102. As partes de molde 101-102 podem ser unidas de modo  
20            que uma cavidade 105 seja formada entre as partes do molde 101-102 na qual uma lente pode ser formada. Esta combinação de partes de molde 101-102 é, de preferência, temporária. Na formação da lente, as partes do molde 101-102 podem ser separadas novamente para remoção da lente.

- Pelo menos uma parte do molde 101-102 tem pelo menos uma porção de sua superfície 103-104 em contato com a mistura que forma a  
25            lente de modo que por reação ou cura da 110 mistura que forma a lente esta superfície 103-104 fornece um formato e forma desejados à porção da lente com a qual ela está em contato. O mesmo é verdadeiro para pelo menos uma outra parte do molde 101-102.

- Desta forma, por exemplo, em uma modalidade preferencial um  
30            conjunto de moldes 100 é formado a partir de duas partes 101-102, uma peça fêmea côncava (peça anterior) 102 e uma peça macho convexa (peça posterior) 101 com uma cavidade formada entre elas. A porção da

superfície côncava 104 que entra em contato com a mistura para formação da lente tem a curvatura da curva anterior de uma lente oftálmica a ser produzida no conjunto de moldes 100 e é suficientemente lisa e formada de modo que a superfície de uma lente oftálmica formada por polimerização da mistura para formação da lente que está em contato com a superfície côncava 104 seja opticamente aceitável.

Em algumas modalidades, a peça anterior do molde 102 pode também ter um flange anular integral com e, circundando a borda circunferencial circular 108 e se estende a partir dela em um plano normal ao eixo e estendendo-se a partir da flange (não mostrado).

Uma superfície formadora de lente pode incluir uma superfície 103-104 com um acabamento de superfície com qualidade óptica, o que indica que a mesma é suficientemente lisa e formada de tal modo que a superfície da lente produzida pela polimerização de um material formador de lente em contato com a superfície de moldagem seja opticamente aceitável. Adicionalmente, em algumas modalidades, a superfície de formação da lente 103-104 pode ter uma geometria que é necessária para conferir à superfície da lente as características ópticas desejadas, incluindo sem limitação, forças esféricas, não esféricas e cilíndricas, correção de aberração de onda frontal, correção de topografia da córnea e similares, assim como quaisquer combinações dos mesmos.

Em 111, é ilustrado um meio sobre o qual um receptor de energia podem ser colocado, por exemplo através de impressão por jato de tinta ou por bloco. O meio 111 pode consistir em qualquer material receptor que ofereça suporte ao material condutor. Em algumas modalidades, o meio 111 pode ser um revestimento incolor de um material que pode ser incorporado a uma lente quando esta é formada. O revestimento incolor pode incluir, por exemplo, um pigmento conforme descrito a seguir, um monômero ou outro material biocompatível. Modalidades adicionais podem incluir um meio que compreende um inserto, o qual pode ser rígido ou formável. Em algumas modalidades, um inserto rígido pode incluir uma zona óptica que proporciona uma propriedade óptica (como aquelas usadas para

correção da visão) e uma porção de zona não-óptica. Um receptor de energia pode ser depositado sobre uma ou ambas as zonas óptica e não-óptica do inserto.

Os insertos rígidos podem incluir quaisquer materiais compatíveis com o material da lente e, em várias modalidades, podem incluir materiais opacos ou não-opacos.

Várias modalidades incluem, também, impressão a jato de tinta de um receptor de energia sobre um inserto, antes do posicionamento do dito inserto em uma porção de molde usada para formar uma lente. Um inserto, ou outro meio 111, pode também incluir um ou mais componentes que receberão uma carga elétrica através do receptor de energia 109.

O material da parte do molde 101-102 pode incluir uma poliolefina de um ou mais dentre: polipropileno, poliestireno, polietileno, metacrilato de polimetila, e poliolefinas modificadas.

Um copolímero alicíclico preferencial contém dois diferentes polímeros alicíclicos e é vendido pela Zeon Chemicals L.P. sob o nome comercial de ZEONOR. Há vários graus diferentes de ZEONOR. Os vários graus podem ter temperaturas de transição vítrea na faixa de 105°C a 160°C. Um material especificamente preferencial é ZEONOR 1060R.

Outros materiais de molde que podem ser combinados com um ou mais aditivos para formar um molde de lente oftálmica incluem, por exemplo, resinas de polipropileno Ziegler-Natta (algumas vezes chamadas de znPP). Uma resina de polipropileno Ziegler-Natta exemplificadora está disponível sob o nome PP 9544 MED. O PP 9544 MED é um copolímero aleatório clarificado para moldagem clara, de acordo com as normas do FDA 21 CFR (c)3.2 disponibilizado pela ExxonMobile Chemical Company. O PP 9544 MED é um copolímero aleatório (znPP) com um grupo etileno (deste ponto em diante no presente documento 9544 MED). Outras resinas de polipropileno Ziegler-Natta exemplificadoras incluem: polipropileno Atofina 3761 e polipropileno Atofina 3620WZ.

Ainda adicionalmente, em algumas modalidades, os moldes da invenção podem conter polímeros como polipropileno, polietileno,

poliestireno, metacrilato de polimetila, poliolefinas modificadas contendo uma porção alicíclica na cadeia principal e poliolefinas cíclicas. Esta mistura pode ser usada em uma ou ambas as metades do molde, onde é preferencial que esta mistura seja usada na curva posterior e a curva frontal consista em copolímeros alicíclicos.

Em alguns métodos preferenciais de preparar os moldes de acordo com a presente invenção, moldagem por injeção é utilizada de acordo com técnicas conhecidas, entretanto, modalidades podem também incluir moldes criados por outras técnicas incluindo, por exemplo: armação, torneamento por diamante, ou corte por laser.

Tipicamente, as lentes são formadas em pelo menos uma superfície de ambas as partes do molde 101-102. Entretanto, em algumas modalidades, uma superfície de uma lente pode ser formada a partir de uma parte do molde 101-102 e a outra superfície da lente pode ser formada com o uso de um método de armação, ou outros métodos.

#### Lentes

Agora com referência à figura 2A, uma lente oftálmica 201 é ilustrada com um receptor de energia 109 e um componente 203. Conforme ilustrado, o receptor de energia 109 pode incluir um material condutor, como, fibra de carbono, nanoestruturas de carbono, inclusive nanotubos de carbono, e um material metálico. Materiais metálicos adequados podem incluir, por exemplo, ouro, prata e cobre. As nanoestruturas de carbono podem incluir nanotubos de carbono com paredes únicas ou nanotubos de carbono com paredes múltiplas.

O receptor de energia 109 pode estar em comunicação elétrica com um componente 203. O componente 203 pode incluir qualquer dispositivo que responda a uma carga elétrica com uma alteração de estado, como: um circuito integrado do tipo semiconductor; um dispositivo elétrico passivo; ou um dispositivo óptico como uma lente de cristal. Em algumas modalidades específicas, o componente 203 inclui um dispositivo de armazenamento elétrico, por exemplo, um capacitor, um ultracapacitor, um supercapacitor, uma bateria ou outro componente de armazenamento.

Um componente elétrico de armazenamento 203 pode incluir, por exemplo: uma bateria de íons de lítio situada na periferia de uma lente oftálmica, fora da zona óptica, e que é carregável por meio de uma ou mais dentre frequência de rádio e indutância magnética em um receptor de energia depositado por meio de impressão a jato de tinta. Outros componentes de dispositivos de armazenamento elétrico podem, também, receber uma carga elétrica através do receptor de energia 109.

Outras modalidades exemplares podem incluir um componente que compreende um circuito integrado de identificação por radiofrequência ("chip de DIRF"). O componente 203 pode, também, incluir vários dispositivos ou circuitos. Em um esforço para manter a simplicidade nesta descrição, os um ou mais dispositivos serão genericamente mencionados no singular, como um componente 203.

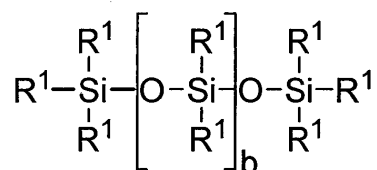
Figuras A figura 2B ilustra, adicionalmente, que um receptor de energia 109 pode ser posicionado, impresso por jato de tinta ou por bloco em um padrão 109A sobre o meio 111. Um padrão 109A pode ser usado para aumentar o comprimento elétrico de um receptor de energia presente na lente. Além disso, um padrão 109A pode ser sintonizado a um comprimento de onda para recepção sem fio, para facilitar ou controlar a transferência eficaz da energia sem o uso de fios.

Conforme ilustrado em algumas modalidades a porção receptora de energia 109 e o componente 203 estão situados fora de uma zona óptica 202, sendo que a zona óptica 202 inclui a porção da lente 201 que proporciona a linha de visão para um usuário da lente 201. Outras modalidades podem incluir um receptor de energia 109 na porção da zona óptica de uma lente oftálmica. Por exemplo, essas modalidades podem incluir uma porção de receptor 109 das partículas condutoras pequenas demais para serem visíveis sem auxílio ao olho humano.

Em algumas modalidades, um tipo de lente preferencial pode incluir uma 201 lente que inclui um componente contendo silicone. Um "componente contendo silicone" é um que contém pelo menos uma unidade [-Si-O-] em um monômero, macrômero ou prepolímero. De

- preferência, o Si total e ligado a O estão presentes no componente contendo silicone em uma quantidade maior que cerca de 20 por cento, em peso, e com mais preferência maior que 30 por cento, em peso, do peso molecular total do componente contendo silicone. Componentes contendo
- 5 silicone úteis compreendem, de preferência, grupos funcionais polimerizáveis, como acrilato, metacrilato, acrilamida, metacrilamida, vinila, N-vinil lactama, N-vinilamida, e grupos funcionais de estirila.

Componentes contendo silicone adequados incluem compostos de fórmula I



- 10 em que

$\text{R}^1$  é, independentemente, selecionado a partir de grupos reativos monovalentes, grupos alquila monovalentes, ou grupos arila monovalentes, qualquer um dos anteriormente mencionados que podem compreender, ainda, funcionalidades selecionadas a partir de hidróxi, amino, oxa, carbóxi,

15 carbóxialquila, alcóxi, amido, carbamato, carbonato, halogênio ou combinações dos mesmos; e cadeias de siloxano monovalentes que compreendem 1 a 100 repetições de Si-O que podem compreender, ainda, funcionalidades selecionadas a partir de alquila, hidróxi, amino, oxa, carbóxi, carboxialquila, alcóxi, amido, carbamato, halogênio ou combinações dos mesmos;

- 20 onde  $b = 0$  a 500, onde entende-se que quando  $b$  é diferente de 0,  $b$  é uma distribuição que tem um modo igual a um valor estabelecido;

sendo que pelo menos um  $\text{R}^1$  compreende um grupo reativo monovalente, e em algumas modalidades entre um e 3  $\text{R}^1$  compreendem grupos reativos monovalentes.

- 25 Para uso na presente invenção "grupos reativos monovalentes" são grupos que podem sofrer polimerização por radicais livres e/ou catiônica.

Alguns exemplos não limitadores de grupos reativos de radical livre incluem (met)acrilatos, estírilas, vinilas, éteres de vinila, C<sub>1-6</sub>alquil(met)acrilatos, (met)acrilamidas, C<sub>1-6</sub>alquil(met)acrilamidas, N-vinil lactamas, N-vinilamidas, C<sub>2-12</sub>alquenilas, C<sub>2-12</sub>alquenilfenilas, C<sub>2-12</sub>alquenilnaftilas, C<sub>2-6</sub>alquenilfenilC<sub>1-6</sub>alquilas, O-vinilcarbamatos e O-vinilcarbonatos. Exemplos não limitadores de grupos reativos catiônicos incluem éteres de vinila ou grupos epóxido e misturas dos mesmos. Em uma modalidade, os grupos reativos de radical livre compreendem (met)acrilato, acrilóxi, (met)acrilamida, e misturas dos mesmos.

Grupos alquila e arila monovalentes adequados incluem grupos C<sub>1</sub> a C<sub>16</sub>alquila monovalentes não substituídos, grupos C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub> arila, como metila, etila, propila, butila, 2-hidroxipropila, propoxipropila, polietilenoxipropila substituídos e não substituídos, combinações dos mesmos e similares.

Em uma modalidade b é zero, um R<sup>1</sup> é um grupo reativo monovalente, e pelo menos 3 R<sup>1</sup> são selecionados a partir de grupos alquila monovalentes que têm um a 16 átomos de carbono, e em outra modalidade, a partir de grupos alquila monovalentes que têm um a 6 átomos de carbono. Alguns exemplos não limitadores de componentes de silicone desta modalidade incluem éster 2-metil-2-hidróxi-3-[3-[1,3,3,3-tetrametil-1-[(trimetilsilil)óxi]dissiloxanil]propóxi]propílico ("SiGMA"),

2-hidróxi-3-metacriloxipropiloxipropil-tris(trimetilsilóxi)silano, 3-metacriloxipropiltris(trimetilsilóxi)silano ("TRIS"), 3-metacriloxipropilbis(trimetilsilóxi)metilsilano e 3-metacriloxipropilpentametil dissiloxano.

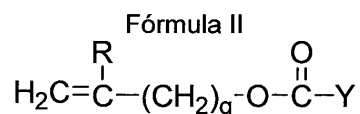
Em outra modalidade, b é 2 a 20, 3 a 15 ou em algumas modalidades 3 a 10; pelo menos um R<sup>1</sup> terminal compreende um grupo reativo monovalente e os R<sup>1</sup> restantes são selecionados a partir de grupos alquila monovalentes que tem 1 a 16 átomos de carbono e, em outra modalidade, a partir de grupos alquila monovalentes que tem 1 a 6 átomos de carbono. Em ainda outra modalidade, b é 3 a 15, um R<sup>1</sup> terminal compreende um grupo reativo monovalente, o outro R<sup>1</sup> terminal compreende um grupo alquila monovalente que tem 1 a 6 átomos de carbono e os R<sup>1</sup> restantes compreendem grupos alquila monovalentes que têm 1 a 3 átomos

de carbono. Alguns exemplos não limitadores de componentes de silicone desta modalidade incluem polidimetilsiloxano terminado em éter (mono-(2-hidróxi-3-metacriloxipropil)-propílico (peso molecular de 400 a 1000)) ("OH-mPDMS"), polidimetilsiloxanos terminados mono-n-butila terminados em monometacriloxipropila (peso molecular de 800 a 1000), ("mPDMS").

Em outra modalidade b é 5 a 400 ou de 10 a 300, ambos os R<sup>1</sup> terminais compreendem grupos reativos monovalentes e os R<sup>1</sup> restantes são selecionados independentemente a partir de grupos alquila monovalentes que têm 1 a 18 átomos de carbono, os quais podem ter ligações éter entre átomos de carbono e podem compreender, ainda, halogênio.

Em uma modalidade, onde uma lente de hidrogel de silicone é desejada, a lente da presente invenção será produzida a partir de uma mistura reativa que compreende pelo menos cerca de 20 e, de preferência, entre cerca de 20 e 70%, em peso, de componentes contendo silicone com base no peso total dos componentes monoméricos reativos a partir dos quais o polímero é feito.

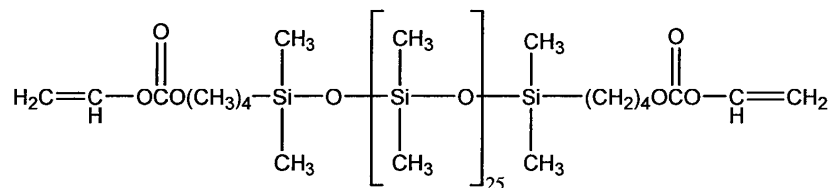
Em outra modalidade, um a quatro R<sup>1</sup> compreendem um carbonato ou carbamato de vinila com a seguinte fórmula:



sendo que: Y denota O-, S- ou NH-;

R denota, hidrogênio ou metila; d é 1, 2, 3 ou 4; e q é 0 ou 1.

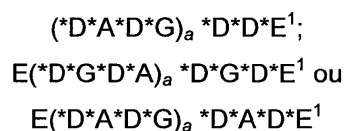
Os monômeros de carbonato de vinila ou carbamato de vinila contendo silicone incluem especificamente: 1,3-bis[4-(viniloxicarbonilóxi)but-1-il]tetrametil-dissiloxano; 3-(viniloxicarboniltio)propil-[tris(trimetilsilóxi)silano]; carbamato de 3-[tris(trimetilsilóxi)silil]propilalila; carbamato de 3-[tris(trimetilsilóxi)silil]propilvinila; carbonato de trimetilsililetilvinila; carbonato de trimetilsililmetilvinila, e



Onde se desejam dispositivos biomédicos com um módulo abaixo de cerca de 200, apenas um R<sup>1</sup> deve compreender um grupo reativo monovalente e não mais que dois dos grupos R<sup>1</sup> restantes compreenderão grupos siloxano monovalentes.

- 5 Uma outra classe de componentes contendo silicone inclui macrômeros de poliuretano com as seguintes fórmulas:

Fórmulas IV-VI



sendo que:

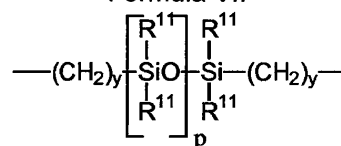
- D denota um dirradical alquila, um dirradical alquilocicloalquila, um dirradical cicloalquila, um dirradical arila ou um dirradical alquilarila tendo 6 a 30 átomos de carbono,

G denota um dirradical alquila, um dirradical cicloalquila, um dirradical alquilocicloalquila, um dirradical arila ou um dirradical alquilarila tendo 1 a 40 átomos de carbono e que pode conter ligações éter, tio ou amina na cadeia principal;

- 15 \* denota uma ligação uretano ou ureído;  
 a é pelo menos 1;

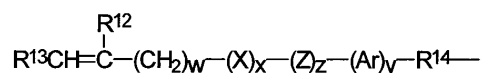
A denota um radical polimérico divalente de fórmula:

Fórmula VII



$R^{11}$  denota independentemente um grupo alquila ou alquila flúor-substituída que tem 1 a 10 átomos de carbono, que pode conter ligações éter entre os átomos de carbono; y é pelo menos 1; e p fornece um peso da porção de 400 a 10.000; cada um, E e  $E^1$  denotam, independentemente, um radical orgânico insaturado polimerizável representado pela fórmula:

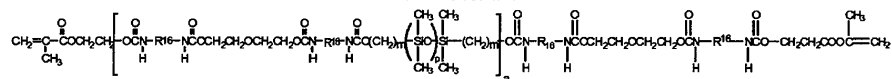
Fórmula VIII



sendo que:  $R^{12}$  é hidrogênio ou metila;  $R^{13}$  é hidrogênio, um radical alquila que tem 1 a 6 átomos de carbono, ou um radical  $—CO—Y—$   $R^{15}$  sendo que Y é  $—O—$ ,  $Y—S—$  ou  $—NH—$ ;  $R^{14}$  é um radical divalente que tem 1 a 12 átomos de carbono; X denota  $—CO—$  ou  $—OCO—$ ; Z denota  $—O—$  ou  $—NH—$ ; Ar denota um radical aromático que tem 6 a 30 átomos de carbono; w é 0 a 6; x é 0 ou 1; y é 0 ou 1; e z é 0 ou 1.

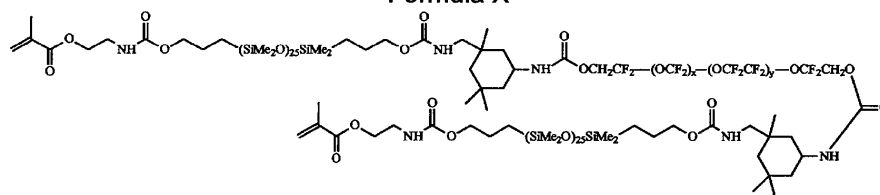
Um componente contendo silicone preferencial é um macrômero de poliuretano representado pela seguinte fórmula:

Fórmula IX



sendo que  $R^{16}$  é um dirradical de um di-isocianato após remoção do grupo isocianato, como o dirradical de di-isocianato de isoforona. Outro macrômero contendo silicone adequado é o composto de fórmula X (no qual x + y é um número na faixa de 10 a 30) formado pela reação de fluoréter, polidimetil siloxano terminado em hidróxi, di-isocianato de isoforona e isocianatoetilmetacrilato.

Fórmula X



Outros componentes contendo silicone adequados para uso nesta invenção incluem macrômeros contendo polisiloxano, éter de polialquilenos, di-isocianato, hidrocarboneto polifluorado, éter polifluorado e grupos de polissacarídeo; polissiloxanos com um enxerto ou grupo lateral fluorado polar que tem um átomo de hidrogênio ligado a um átomo de carbono substituído com difluor terminal; metacrilatos siloxanila hidrofílicos contendo ligações éter e siloxanila e monômeros reticuláveis contendo grupos poliéter e polissiloxanila. Qualquer um dos polissiloxanos anteriormente mencionados pode também ser usado como o componente contendo silicone nesta invenção.

#### Processos

As seguintes etapas metodológicas são fornecidas como exemplos de processos que podem ser implementados de acordo com alguns aspectos da presente invenção. Deve-se compreender que a ordem na qual as etapas metodológicas são apresentadas não se destina a ser limitante e outras ordens podem ser usadas para implementar a invenção. Além disso, nem todas as etapas são necessárias para implementar a presente invenção e etapas adicionais podem estar incluídas em várias modalidades da presente invenção.

Agora com referência à figura 4, um fluxograma ilustra etapas exemplificadoras que podem ser usadas para implementar a presente invenção sendo que, em 401, um material condutor que pode agir como um receptor de energia 109 é aplicado a um meio. O meio 111 pode ou não conter, também, um ou mais dentre: um componente 203, uma bateria e capacitor ou outro dispositivo de armazenamento de energia.

Em 402, uma mistura de monômero reativo pode ser depositada em uma peça de molde 101-102.

Em 403, o meio 111 com o receptor de energia 109 pode ser colocado na peça do molde 101-102. Em algumas modalidades preferenciais, o meio 111 é colocado na peça de molde 101-102 por meio de posicionamento mecânico. O posicionamento mecânico pode incluir, por exemplo, um robô ou outro recurso de automação, como aqueles conhecidos na técnica para colocar componentes montados em uma superfície. O posicionamento por ser humano de um meio 111 com um receptor de energia 109 também está dentro do escopo da presente invenção. Consequentemente, qualquer posicionamento mecânico eficaz para colocar um meio 111 com um receptor de energia 109 dentro de uma peça de molde, de modo que a polimerizações de uma mistura reativa 110 contida pela peça do molde incluirá o receptor de energia 109 em uma lente oftálmica resultante.

Em algumas modalidades, uma camada aglutinante 111 pode ser aplicada a uma peça de molde 101-102, antes do posicionamento do receptor de energia sobre a peça de molde 101-102. Uma camada de ligação 111 pode incluir, como exemplo não limitante, um pigmento ou um monômero. A camada aglutinante pode ser aplicada, por exemplo, por meio de um processo de impressão por jato de tinta ou por bloco. Em algumas modalidades, um dispositivo processador 203 pode, também, ser colocado no aglutinante 109 em contato elétrico com o receptor de energia 111 impresso por jato de tinta.

Em 404, a primeira peça do molde pode ser colocada junto à segunda peça do molde para formar uma cavidade formadora de lente com pelo menos parte da mistura de monômero reativo e o receptor de energia presentes na cavidade. Em 405, a mistura de monômero reativo dentro da cavidade pode ser polimerizada. A polimerizações pode ser obtida, por exemplo, por meio de exposição a um ou a ambos dentre radiação actínica e calor. Em 406, a lente é removida das peças de molde.

Em algumas modalidades, uma camada aglutinante pode incluir um polímero de ligação que é capaz de formar uma rede polimérica interpenetrante com um material da lente, eliminando a necessidade de formação de ligações covalentes entre o aglutinante e o material da lente para formar uma lente estável 110. A estabilidade de uma lente 110 com um

receptor de energia colocado no ligante é fornecida pelo aprisionamento do receptor de energia 109 no polímero de ligação e no polímero da base da lente. Os polímeros de ligação da invenção podem incluir, por exemplo, aqueles produzidos a partir de um homopolímero ou copolímero, ou combinações dos

5 mesmos, que tem parâmetros de solubilidade similares uns aos outros e o polímero de ligação tem parâmetros de solubilidade similares ao material da lente. Os polímeros de ligação podem conter grupos funcionais que tornam os polímeros e copolímeros do polímero de ligação capazes de fazer interações uns com os outros. Os grupos funcionais podem incluir grupos de um polímero

10 ou copolímero que interagem com os dos outros de uma forma que aumenta a densidade das interações que ajudam a inibir a mobilidade e/ou aprisionamento das partículas de pigmento. As interações entre os grupos funcionais podem ser polares, dispersivas, ou de uma natureza de complexo de transferência de carga. Os grupos funcionais podem estar situados nas cadeias principais do

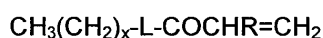
15 polímero ou copolímero ou penduradas nas cadeias principais.

Como exemplo não limitante, um monômero, ou mistura de monômeros, que forma um polímero com uma carga positiva pode ser usado em conjunto com um monômero ou monômeros que formam um polímero com uma carga negativa para formar o polímero de ligação. Como

20 um exemplo mais específico, ácido metacrílico ("MAA") e metacrilato de 2-hidroxietila ("HEMA") podem ser usados para fornecer um copolímero de MAA/HEMA que é então misturado com um copolímero de HEMA/3-(N, N-dimetil)propil acrilamida para formar o polímero de ligação.

Como outro exemplo, o polímero de ligação pode ser composto

25 de monômeros hidrofobicamente modificados incluindo, sem limitação, amidas e ésteres com a seguinte fórmula:



sendo que L pode ser -NH ou oxigênio, x pode ser um número inteiro de 2 a 24, R pode ser uma C<sub>1</sub> a C<sub>6</sub> alquila ou hidrogênio e, de preferência, é metila ou hidrogênio. Exemplos destas amidas e ésteres

incluem, porém não se limitam a, lauril metacrilamida, e hexil metacrilato. Como ainda outro exemplo, polímeros de ureias e carbamatos de cadeia alifática estendida podem ser usados para formar o polímero de ligação.

Os polímeros de ligação adequados para uma camada aglutinante podem, também, incluir um copolímero em blocos aleatórios de HEMA, MAA e lauril metacrilato ("LMA"), um copolímero em blocos aleatórios de HEMA e MAA ou HEMA e LMA, ou um homopolímero de HEMA. As porcentagens em peso, com base no peso total do polímero de ligação, de cada componente nestas modalidades é de cerca de 93 a cerca de 100 por cento, em peso, de HEMA, cerca de 0 a cerca de 2 por cento, em peso, de MAA, e cerca de 0 a cerca de 5 por cento, em peso, de LMA.

O peso molecular do polímero de ligação pode ser um que permita que ele seja levemente solúvel no material da lente e inche nele. O material da lente se difunde no polímero de ligação e é polimerizado e/ou reticulado. Entretanto, simultaneamente, o peso molecular do polímero de ligação não pode ser tão alto que afete a qualidade da imagem impressa. De preferência, o peso molecular do polímero de ligação é de cerca de 7.000 a cerca de 100.000, com mais preferência cerca de 7.000 a cerca de 40.000, com a máxima preferência cerca de 17.000 a cerca de 35.000  $M_{pico}$  que corresponde ao peso molecular do pico mais elevado nas análises de SEC ( $= (M_n \times M_w)^{1/2}$ )

Para os propósitos da invenção, o peso molecular pode ser determinado com o uso de um cromatógrafo de permeação em gel com uma dispersão de luz de 90° e detectores de índice de refração. Duas colunas de PW4000 e PW2500, um eluente metanol-água de 75/25 p/p ajustado para cloreto de sódio a 50 mM e uma mistura de moléculas de polietileno glicol e óxido de polietileno com pesos moleculares bem-definidos variando na faixa de 325.000 a 194 são usadas.

Um versado na técnica reconhecerá que, com o uso de agentes de transferência de cadeia na produção do polímero de ligação, com o uso de grandes quantidades de iniciador, com o uso de polimerização viva, com a seleção de concentrações adequadas de monômero e iniciador, com a seleção de quantidades e tipos de solvente, ou combinações dos mesmos, o peso

molecular do polímero de ligação desejado pode ser obtido. De preferência, um agente de transferência de cadeia é usado junto com um iniciador, ou, com mais preferência, com um iniciador e um ou mais solventes para obter o peso molecular desejado. Alternativamente, pequenas quantidades de um polímero de ligação com peso molecular muito alto podem ser usadas em conjunto com grandes quantidades de solvente para manter a viscosidade desejada do polímero de ligação. De preferência, a viscosidade do polímero aglutinante será de cerca de 4.000 a cerca de 15.000 centipoise, a 23°C.

Os agentes de transferência de cadeia úteis na formação do polímero de ligação usados na invenção têm valores de constantes de transferência de cadeia de mais que cerca de 0,01, de preferência mais que cerca de 7, e com mais preferência mais que cerca de 25.000.

Quaisquer iniciadores desejáveis podem ser usados, incluindo, sem limitação, iniciadores de ultravioleta, luz visível e térmicos e similares e combinações dos mesmos. De preferência, um iniciador térmico é usado, com mais preferência 2,2-azobis isobutironitrila e 2,2-azobis 2-metilbutironitrila. A quantidade de iniciador usada será de cerca de 0,1 a cerca de 5 por cento, em peso, com base no peso total da formulação. De preferência, 2,2-azobis 2-metilbutironitrila é usada com dodecanotiol.

Uma camada de polímero aglutinante ou de outro meio 111 pode ser produzida por qualquer processo de polimerização conveniente, incluindo, sem limitação, polimerização de cadeia de radical, polimerização em etapas, polimerização com emulsão, polimerização de cadeia iônica, abertura do anel, polimerização com transferência de grupos, polimerização com transferência de átomos e similares. De preferência, uma polimerização de radical livre iniciada termicamente é usada. As condições para executar a polimerização estão dentro do conhecimento dos versados na técnica.

Os solventes úteis à produção do polímero aglutinante são solventes com médio ponto de ebulição, que têm pontos de ebulição entre cerca de 120 e 230 °C. A seleção do solvente a ser usado terá por base o tipo de polímero aglutinante a ser produzido, bem como seu peso molecular. Os solventes adequados incluem, porém não se limitam a,

diacetona álcool, cicloexanona, lactato de isopropila, 3-metóxi 1-butanol, 1-etóxi-2-propanol, e similares.

Em algumas modalidades, uma camada de polímero de ligação 111 da invenção pode ser adaptada, em termos do fator de expansão em  
5 água, para o material da lente com o qual ela será usada. A combinação, ou combinação substancial, do fator de expansão do polímero de ligação com o do material da lente curado na solução de armazenamento pode facilitar o impedimento do desenvolvimento de estresses dentro da lente que resultem em propriedades ópticas ruins ou alterações nos parâmetros da lente.  
10 Adicionalmente, o polímero de ligação pode ser capaz de expansão no material da lente, permitindo o inchaço da imagem impressa com o uso do corante da invenção. Devido a este inchaço, a imagem fica aprisionada no material da lente sem qualquer impacto sobre o conforto da lente.

Em algumas modalidades, corantes podem estar incluídos na  
15 camada aglutinante. Os pigmentos úteis com o polímero de ligação nos corantes da invenção são os pigmentos orgânicos ou inorgânicos adequados para uso em lentes de contato, ou combinações destes pigmentos. A opacidade pode ser controlada pela variação da concentração do pigmento e do agente opacificante usado, com quantidades mais altas produzindo maior  
20 opacidade. Os pigmentos orgânicos ilustrativos incluem, mas não se limitam a, o azul de ftalocianina, o verde de ftalocianina, o violeta de carbazol, o laranja de vat # 1, e similares, e combinações dos mesmos. Exemplos de pigmentos inorgânicos úteis incluem, mas não se limitam a, negro de óxido de ferro, marrom de óxido de ferro, amarelo de óxido de ferro, vermelho de óxido  
25 de ferro, dióxido de titânio, e similares, e combinações dos mesmos. Além destes pigmentos, corantes solúveis e não-solúveis podem ser usados incluindo, mas não se limitando a, corantes à base de sulfona de vinila e diclorotriazina. Corantes e pigmentos úteis são comercialmente disponíveis.

O revestimento, ou molhagem, das partículas de pigmentos com o  
30 polímero de ligação fornece melhor dispersão das partículas de pigmento no polímero de ligação da massa. O revestimento pode ser obtido pelo uso de forças eletrostáticas, dispersivas ou de ligação ao hidrogênio para cobrir a

superfície do pigmento. De preferência, uma alta força de cisalhamento é usada para dispersar o pigmento no polímero de ligação. O pigmento pode ser adicionado ao polímero de ligação por dispensação do polímero e do pigmento em um misturador adequado, como um misturador de haste giratória e mistura até que uma mistura homogênea seja obtida, tipicamente durante um período de até cerca de 30 minutos. A mistura pode ser, então, alimentada em um moinho de alto cisalhamento, como um moinho Eiger para dispersar o pigmento no polímero de ligação. A moagem repetida é executada conforme necessário para se obter a dispersão completa. Geralmente, a moagem é executada até que os pigmentos tenham cerca de 0,2 a cerca de 3 microns de tamanho. A moagem pode ser executada com o uso de qualquer dispositivo adequado comercialmente disponível incluindo, sem limitação, um dispositivo de moagem de alto cisalhamento ou de bolas.

Além do pigmento e do polímero de ligação, em algumas modalidades, a camada aglutinante contém um ou mais solventes que ajudam na aplicação da camada aglutinante como revestimento sobre a parte do molde 101-102. É outra descoberta da invenção que, para facilitar a formação de uma camada aglutinante que não escorra ou flua sobre a superfície da parte do molde 101-102 à qual ele é aplicado, é desejável e preferencial que a camada aglutinante 101-102 tenha uma tensão superficial abaixo de cerca de 27 mN/m. Essa tensão superficial pode ser obtida pelo tratamento da superfície, por exemplo uma superfície do molde, à qual a camada aglutinante será aplicada. Os tratamentos de superfície podem ser executados por métodos conhecidos na técnica, por exemplo, mas não se limitando a tratamentos por plasma e corona. Alternativamente, e de preferência, a tensão superficial desejada pode ser obtida pela escolha dos solventes usados no corante.

Consequentemente, os solventes exemplificadores úteis na camada aglutinante incluem os solventes que são capazes de aumentar ou diminuir a viscosidade da mesma e ajudar a controlar a tensão superficial. Os solventes adequados incluem, porém não se limitam a, ciclopentanonas, 4-metil-2-pentanona, 1-metóxi-2-propanol, 1-etóxi-2-

propanol, lactato de isopropila e similares e combinações dos mesmos. De preferência, 1-etóxi-2-propanol e lactato de isopropila são usados.

Em algumas modalidades preferenciais, pelo menos três solventes diferentes são usados no material da camada aglutinante da invenção. Os dois primeiros destes solventes, ambos solventes de ponto de ebulição médio, são usados na produção do polímero de ligação. Embora estes solventes possam ser submetidos a stripping a partir do polímero de ligação após sua formação, é preferencial que eles sejam retidos. De preferência, os dois solventes são 1-etóxi-2-propanol e lactato de isopropila.

Um solvente adicional com baixo ponto de ebulição, ou seja, um solvente cujo ponto de ebulição está entre cerca de 75 e cerca de 120°C, pode ser usado para diminuir a viscosidade do corante conforme desejado. Solventes de baixo ponto de ebulição adequados incluem, porém não se limitam a, 2-propanol, 1-metóxi-2-propanol, 1-propanol, e similares e combinações dos mesmos. De preferência, 1-propanol é usado.

A quantidade específica de solvente usada pode depender de inúmeros fatores. Por exemplo, a quantidade de solvente usada na formação do polímero de ligação dependerá do peso molecular do polímero de ligação desejado e dos constituintes, como os monômeros e copolímeros, usados no polímero de ligação. A quantidade de solvente de baixo ponto de ebulição usada dependerá da viscosidade e da tensão superficial desejada para o corante. Adicionalmente, se o corante for aplicado a um molde e curado com um material da lente, a quantidade de solvente usada dependerá dos materiais da lente e ou do molde usados e se o material do molde sofreu qualquer tratamento de superfície para aumentar sua molhabilidade. A determinação da quantidade exata de solvente a ser usada está no âmbito da prática do versado na técnica. Geralmente, a porcentagem total, em peso, dos solventes usados será de cerca de 40 a cerca de 75 por cento, em peso, do solvente que será usado.

Além dos solventes, um plastificante pode ser e, de preferência é, adicionado à camada aglutinante para reduzir a formação de trincas durante a secagem da mesma, e para acentuar a difusão e a expansão da

camada aglutinante pelo material da lente. O tipo e a quantidade de plastificante usado dependerão do peso molecular do polímero de ligação usado e, para os corantes colocados em moldes que são armazenados antes do uso, da estabilidade de vida útil desejada. Os plastificantes úteis  
5 incluem, porém não se limitam a, glicerol, propileno glicol, dipropileno glicol, tripropileno glicol, polietileno glicol 200, 400, ou 600, e similares e combinações dos mesmos. De preferência, glicerol é usado. As quantidades de plastificante usadas serão geralmente de 0 a cerca de 10 por cento, em peso, com base no peso do corante.

10 Um versado na técnica reconhecerá que aditivos além daqueles discutidos podem, também, ser incluídos na composição de camada aglutinante da invenção. Os aditivos adequados incluem, porém não se limitam a, aditivos que auxiliam o fluxo e o nivelamento, aditivos para evitar a formação de espuma, aditivos para modificação da reologia e  
15 similares, bem como combinações dos mesmos.

Em algumas modalidades da presente invenção, a camada de ligação se torna incorporada no material da lente mediante a cura do material da lente. Desta forma, a camada aglutinante pode se incorporar mais próximo da superfície anterior ou posterior da lente formada  
20 dependendo da superfície do molde à qual a camada aglutinante 11 é aplicada. Adicionalmente, uma ou mais camadas da camada de ligação 11 podem ser aplicadas em qualquer ordem.

Embora a invenção possa ser usada para fornecer lentes de contato gelatinosas ou rígidas, produzidas a partir de qualquer material de  
25 lente conhecido, ou material adequado para fabricar estas lentes, de preferências, as lentes da invenção são lentes de contato gelatinosas que têm conteúdos de água de cerca de 0 a cerca de 90 por cento. Com mais preferência, as lentes são produzidas a partir de monômeros contendo grupos hidróxi, grupos carboxila, ou ambos, ou são produzidas a partir de  
30 polímeros contendo silicone, como siloxanos, hidrogéis, hidrogéis de silicone, e combinações dos mesmos. O material útil para formar as lentes da invenção pode ser produzido através da reação de misturas de

macrômeros, monômeros, e combinações dos mesmos, junto com aditivos, como iniciadores de polimerização. Os materiais adequados incluem, porém não se limitam a, hidrogéis de silicone produzidos a partir de macrômeros de silicone e monômeros hidrofílicos.

5           Agora novamente com referência à figura 4, em 403, o meio 111 é posicionado com a mistura reativa entre uma primeira peça do molde e uma segunda peça do molde, com o meio 111 em contato com a mistura reativa 110.

10           Em 404, uma primeira peça do molde 101 é colocada junto à segunda peça do molde 102 para formar uma cavidade de lente com a mistura de monômero reativo 110 e o inserto de meio 111 presentes na mesma. Em 405, a mistura reativa é polimerizada, por exemplo através de exposição a um ou a ambos dentre radiação actínica e calor. Em 406, um dispositivo oftálmico 201 que incorpora o receptor de energia 109 é removido  
15 das peças do molde 101-102 usadas para formar a lente oftálmica 202.

          Agora com referência à figura 5 em outro aspecto da presente invenção, um componente 203 incorporado a um dispositivo oftálmico 201 pode ser alimentado através da energia transmitida por meio de comunicação sem fio. Em 501, a energia transmitida sem fio é transmitida a  
20 um receptor de energia incluído com um meio e incorporado a um dispositivo oftálmico, como uma lente oftálmica. Em algumas modalidades, a energia pode ser transmitida a uma frequência sintonizada para um receptor de energia 111 incluído em uma lente oftálmica 201. Em 502, a energia é recebida no receptor de energia incluído na lente oftálmica. Em algumas  
25 modalidades, o receptor de energia 111 pode armazenar a energia como uma carga elétrica.

          Em 503, a energia recebida é direcionada para dentro do componente de informação 203. A energia pode ser direcionada, por exemplo, através de um circuito elétrico capaz de conduzir a carga elétrica.  
30 Em 504, o componente 203 executa alguma ação sobre a informação. A ação pode incluir um ou mais dentre: receber, transmitir, armazenar e

manipular a informação. As modalidades preferenciais incluirão a informação sendo processada e armazenada como valores digitais.

Em 505, em algumas modalidades, a informação pode ser transmitida a partir do dispositivo de processamento. Algumas modalidades podem, também, incluir a transmissão de informação com base na ação realizada sobre a informação.

#### Aparelhos

Agora com referência à figura 3, um aparelho para automação 310 é ilustrado com um ou mais dispositivos para manuseio de meios 311. conforme ilustrado, múltiplas peças de molde, cada qual com um meio 314 associado, podem estar contidas em um pélete 313 e são apresentadas a um bocal de impressão a jato de tinta 311. As modalidades podem incluir um dispositivo para manuseio de meios 311 posicionando individualmente os receptores de energia 109 nos respectivos meios 314, ou múltiplos dispositivos para manuseio de meios 311 posicionando simultaneamente os meios com receptores de energia nas respectivas peças do molde 314.

Agora com referência à figura 6, é ilustrado um controlador 600 que pode ser usado em algumas modalidades da presente invenção. O controlador 603 inclui um processador 610, que pode incluir um ou mais componentes de processamento acoplados a um dispositivo de comunicação 620. Em algumas modalidades, um controlador 600 pode ser usado para transmitir energia para o receptor de energia colocado na lente oftálmica.

O controlador pode incluir um ou mais processadores, acoplados a um dispositivo de comunicação configurado para comunicar a energia através de um canal de comunicação. O dispositivo de comunicação pode ser usado para controlar eletronicamente um ou mais dentre: a transferência de energia ao receptor da lente oftálmica e a transferência de dados digitais de e para uma lente oftálmica.

O dispositivo de comunicação 620 pode ser usado para comunicar, por exemplo, com um ou mais aparelhos controladores ou componentes de equipamento de fabricação, como o aparelho de impressão por jato de tinta para impressão de material condutor.

O processador 610 também está em comunicação com um dispositivo de armazenamento 630. O dispositivo de armazenamento 630 pode compreender qualquer dispositivo de armazenamento de informações adequado, inclusive combinações de dispositivos de armazenamento magnéticos (*por exemplo*, uma fita magnética e unidades de disco rígido), dispositivos de armazenamento óptico, e/ou dispositivos de memória semicondutora como dispositivos de memória de acesso aleatório (RAM) e dispositivos de memória só de leitura (ROM).

O dispositivo de armazenamento 630 pode armazenar um programa 616 para controlar o processador 610. O processador 610 realiza as instruções do programa 616 e, assim, funciona de acordo com a presente invenção. Por exemplo, o processador 610 pode receber informações que descrevem a colocação do meio, a colocação do dispositivo de processamento, e similares. O dispositivo de armazenamento 630 pode também armazenar dados relacionados com características oftálmicas em uma ou mais bases de dados. A base de dados pode incluir designs personalizados de receptor de energia, dados sobre metrologia, e sequências de controle específicas para impressão a jato de tinta do material condutor, para formar um receptor de energia.

Em algumas modalidades, uma lente oftálmica com um componente, como um dispositivo processador, pode ser combinada a uma fonte de energia sem fio situada na pessoa, sob fatores de forma como uma joia, um colarinho, um chapéu ou um par de óculos.

#### Conclusão

A presente invenção, conforme descrito acima e, conforme definido adicionalmente pelas reivindicações abaixo, fornece métodos de processamento de lentes oftálmicas e aparelhos para a implementação desses métodos, bem como as lentes oftálmicas assim formadas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para formação de uma lente oftálmica (201), caracterizado pelo fato de que compreende:

- 5 depositar um material condutor, através de impressão por bloco, ou por posicionamento mecânico, capaz de receber energia através de uma onda de rádio sobre um meio (111), em que o meio (111) compreende um ou mais componentes (203) capaz de receber, transmitir, armazenar e/ou manipular a informação, em que o componente (203) é colocado em comunicação elétrica com o material condutor de forma que o material
- 10 receptor possa fornecer energia elétrica para alimentar o componente;
- depositar uma mistura de monômero reativo (110) em uma primeira peça do molde (101);
- posicionar o meio (111) com o material condutor em contato com a mistura de monômero reativo (110);
- 15 posicionar a primeira peça do molde (110) adjacente a uma segunda peça do molde (102), formando assim uma cavidade da lente com o meio (111) e o material condutor, e pelo menos parte da mistura de monômero reativo (110) na cavidade da lente; e
- expor a mistura de monômero reativo (110) à radiação actínica.

20 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o meio (111) compreende uma ou ambas dentre a primeira peça do molde (110) e a segunda peça do molde (102).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o receptor de energia (109) compreende fibras condutoras.

25 4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que as fibras condutoras compreendem nanotubos de carbono.

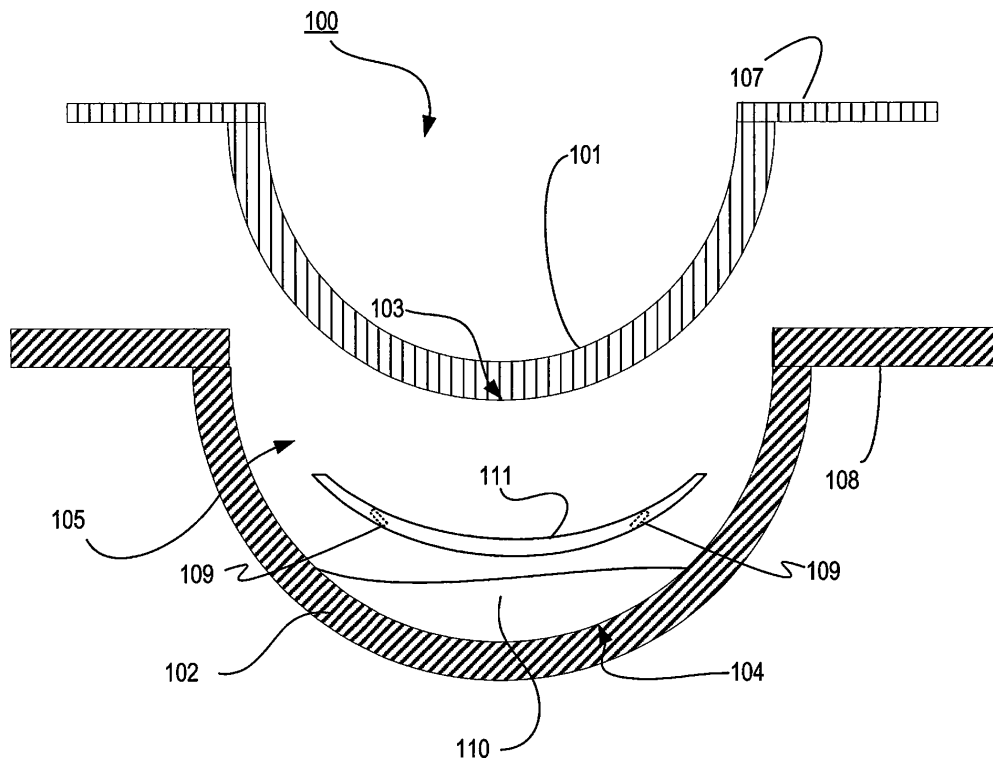


FIG. 1

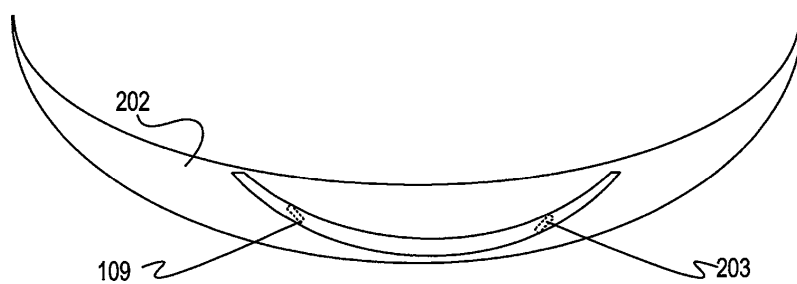
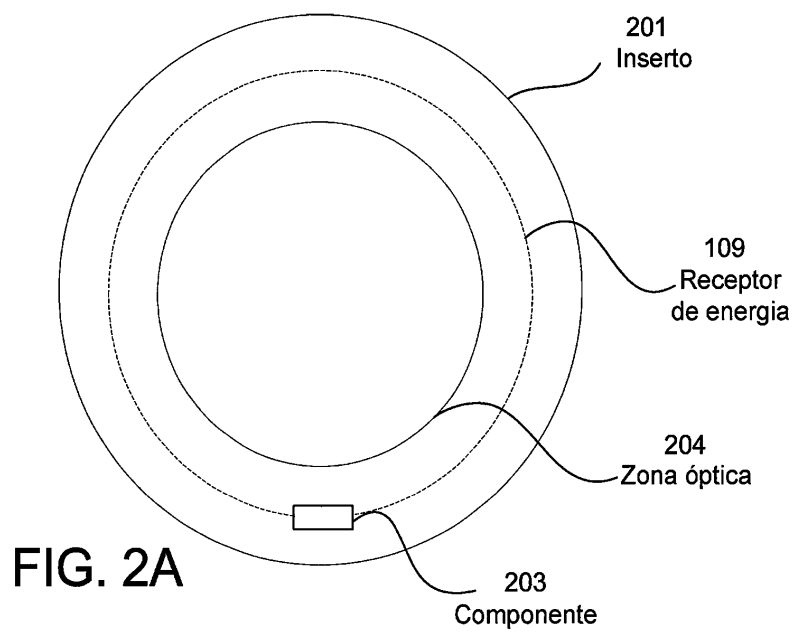


FIG. 2B

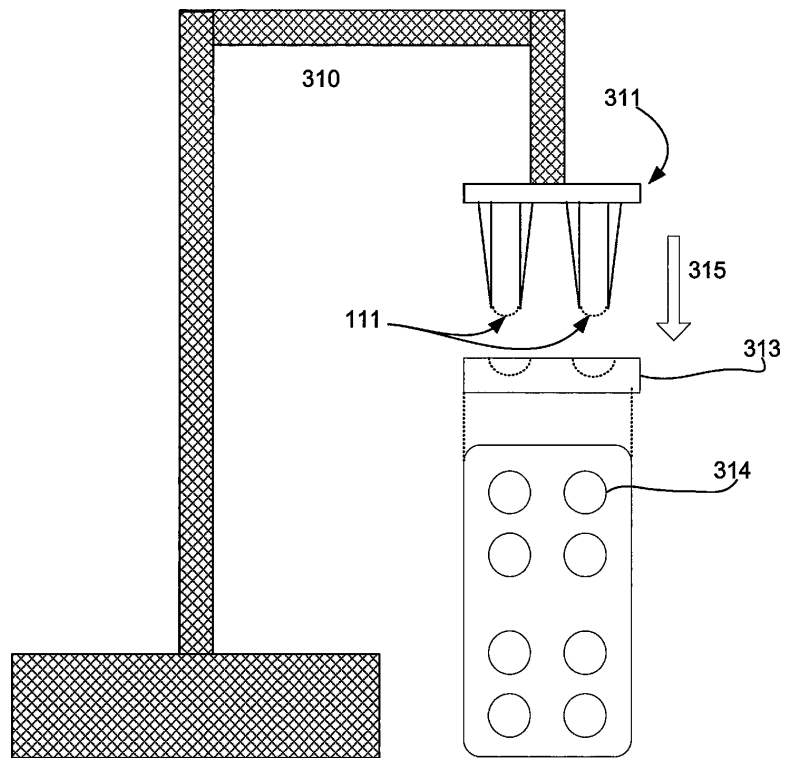


FIG. 3

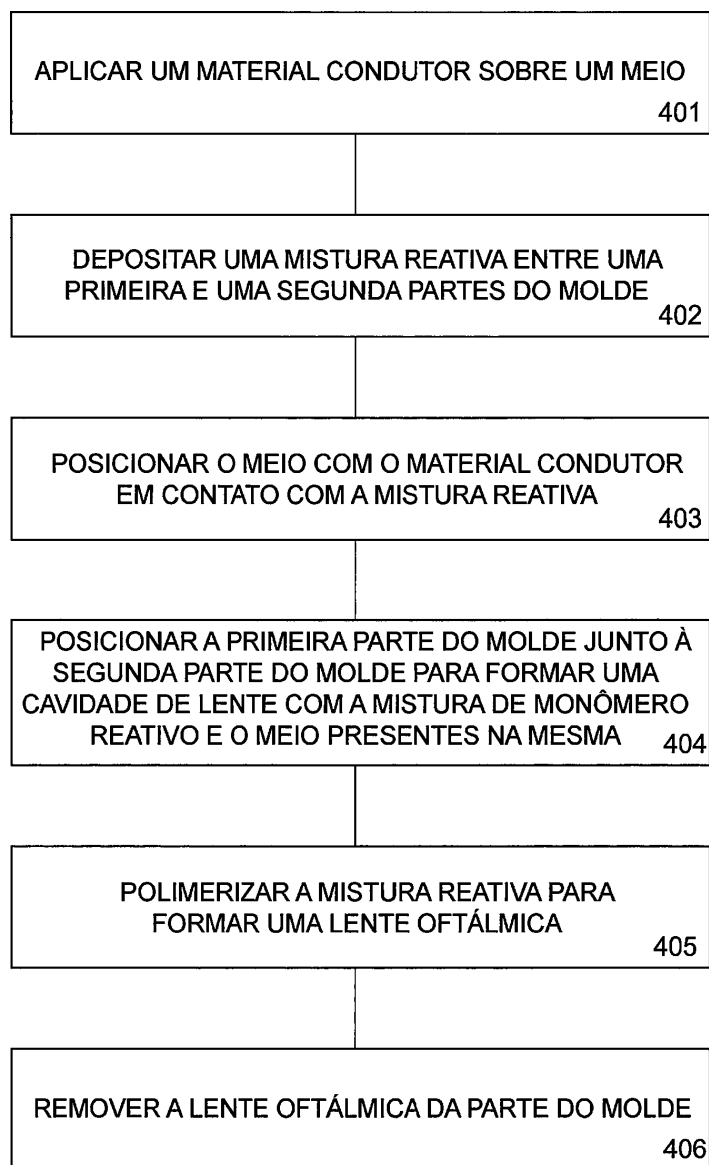


FIG. 4

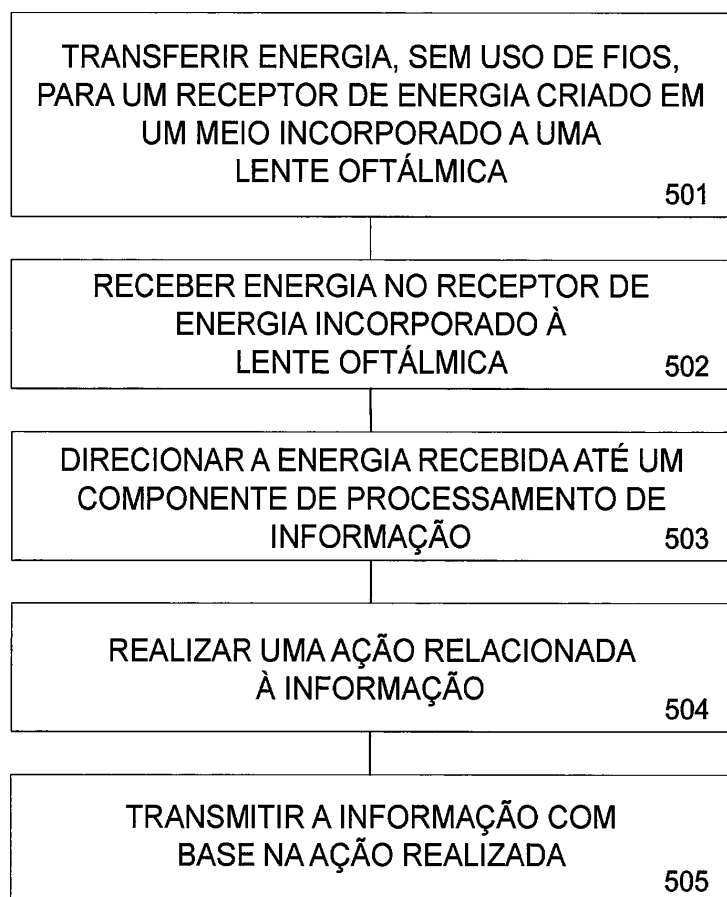


FIG. 5

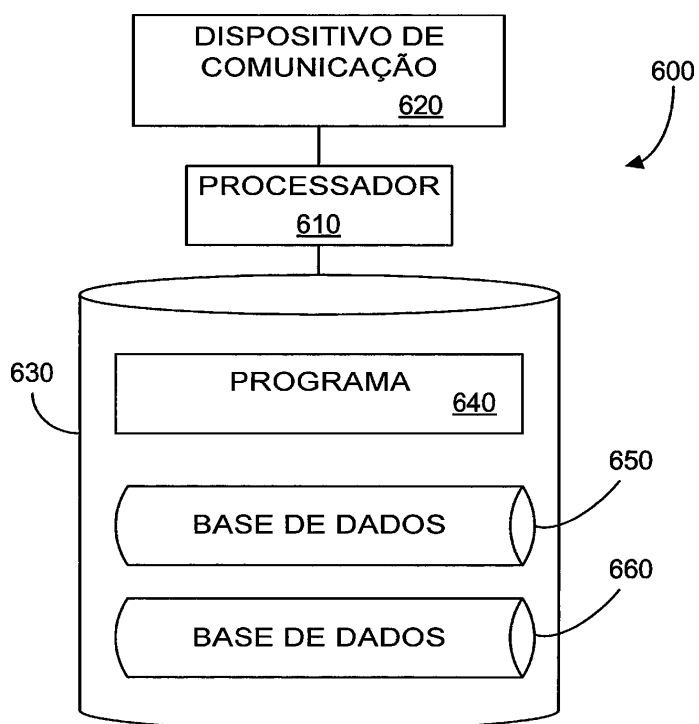


FIG. 6