



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

(11) PI 0814505-9 B1

(22) Data do Depósito: 11/07/2008

(45) Data de Concessão: 12/06/2018



(54) Título: MÉTODO PARA FIXAR UM FILME SOBRE UM SUBSTRATO CURVADO

(51) Int.Cl.: B29C 63/16; B29D 11/00

(30) Prioridade Unionista: 20/07/2007 FR 07 05282

(73) Titular(es): ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'OPTIQUE). CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.)

(72) Inventor(es): CHRISTIAN BOVET; JEAN-PAUL CANO; ANTONIE MARTY; PAUL LEFILLASTRE

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "MÉTODO PARA FIXAR UM FILME SOBRE UM SUBSTRATO CURVADO".

A presente invenção refere-se a um método para fixar um filme sobre um substrato curvado. A presente invenção refere-se mais especificamente a um método de "baixa deformação" para fixar um filme funcional plano, compreendendo uma ou mais pilhas de filmes com uma estrutura contínua ou uma estrutura descontínua ou uma combinação de filmes com uma estrutura contínua e descontínua, sobre uma superfície esférica ou pseudo-esférica.

É freqüentemente útil fixar um filme sobre uma face curvada de uma lente ótica ou uma lente de óculos para obter uma lente que tem uma propriedade requerida. Por exemplo, o filme pode ser um filme de polarizar, um filme de aumentar contraste, um filme fotocrômico, etc. Dado que a face da lente

é curvada, aparecem desfolhamento, rachaduras e/ou rugas no filme quando ele é aplicado à face da lente, por causa da diferença em curvatura entre aquela face e o filme.

Tal dano ao filme é até mais severo se a face do substrato não é uma superfície que pode ser desenvolvida. Pelo menos uma das faces de uma lente é uma superfície esférica ou pseudoesférica. No contexto da presente invenção, a expressão "superfície curvada" significa uma superfície pseudo esférica, isto é, uma superfície convexa ou côncava que não tem nenhum furo nem degraus. Todas as lentes oftálmicas, sem foco, unifocais, bifocais, trifocais e progressivas têm pelo menos uma tal face pseudo esférica. Além disso, uma superfície esférica é um caso especial de uma superfície pseudoesférica, para a qual os raios de curvatura da superfície em duas direções perpendiculares são iguais. A expressão "superfície pseudo esférica", portanto compreende um caso especial das superfícies esféricas.

Para prevenir dano ao filme, é conhecido pré-conformá-lo, conferindo a ele uma curvatura apropriada antes de aplicá-lo ao substrato. Em particular, o filme pode ser pré-conformado por um processo de conformar termicamente. Neste caso, aquecer o filme pode torná-lo mais flexível de

forma que a deformação do filme causa menos dano a ele. No entanto, tais pré-conformações causa deformações ao filme que são desfavoráveis e que podem causar a funcionalidade e/ou cosmética do filme a deteriorar.

Vários sistemas de implementação são conhecidos, mas nenhum produz um resultado satisfatório. Isto é particularmente verdadeiro quando o filme adiciona uma função ao substrato tal como uma lente oftálmica. Neste caso, a deterioração dióptrica pode acontecer adicionalmente à funcionalidade degradada do filme e o aparecimento de defeitos cosméticos.

Um objetivo da presente invenção é então propor um novo método para fixar um filme sobre um substrato curvado em que a deformação do filme é reduzida e gera menos defeitos no filme.

Este método é usado vantajosamente para adicionar uma função a um substrato por meio de um filme funcional como descrito aqui acima, incluindo em particular uma lente ótica, e mais particularmente uma lente oftálmica, a qual pode ser uma lente de correção ou de não-correção. A dita função pode ser provida em uma face interna e/ou face externa do dito filme e/ou dentro da espessura do filme. Claramente neste contexto de uso, o método deve preservar as propriedades óticas e até mesmo dióptricas da dita lente bem como também suas propriedades no sentido de garantir transparência ótica ótima para um objeto deste tipo com uma função adicionada, o propósito dele é corrigir ou proteger a visão. Finalmente, este método deve manter a integridade da(s) função (ões) no filme funcional quando ele muda de uma superfície plana para uma superfície esférica ou pseudo-esférica.

Para esta finalidade, a invenção propõe um método para fixar um filme funcional tendo uma forma inicial substancialmente plana sobre uma face curvada de um substrato, cujo método compreende uma etapa de deformação durante o qual o filme funcional é deformado, e é retido sobre uma face de uma membrana deformável auxiliar por uma estrutura de conexão adaptada de forma que a forma do filme funcional varia de acordo com a deformação da membrana, permanecendo o filme funcional paralelo à membrana, sendo somente a membrana auxiliar segura por meios mecânicos em

seu perímetro, sendo o filme funcional seguro em contato com a dita membrana auxiliar somente pela dita estrutura de conexão. De acordo com a invenção a estrutura de conexão é adicionalmente adaptada de forma que partes do filme funcional possam se mover localmente e relativamente à membrana auxiliar e paralelamente a ela durante a etapa de deformação, e os movimentos de partes do filme funcional relativas à membrana estão livres durante a etapa de deformação sem ação externa sobre o filme funcional ou a membrana. Deste modo, o deslizamento do filme funcional sobre a membrana acontece de tal modo a minimizar as tensões que são criadas no filme funcional.

Devido a que o filme não é seguro em qualquer lugar em sua periferia por meios mecânicos durante o processo, pode deslizar na membrana quando a deformação for gerada, deste modo reduzindo a deformação do filme funcional causado pela deformação relacionada à mudança de um perfil plano para um perfil pseudoesférico. O método da invenção é então caracterizado pela existência simultânea, durante a deformação esférica ou pseudoesférica do conjunto compreendendo a membrana auxiliar, o filme e a estrutura de conexão:

- de um fenômeno de deslizamento na interface da membrana auxiliar e a estrutura de conexão;

- e de um fenômeno de retenção íntima e permanente do conjunto que consiste da estrutura de conexão e o filme funcional contra a membrana auxiliar; esta íntima ação de segurar força a acomodação para a deformação do filme funcional relativo à deformação induzida na membrana auxiliar;

A existência simultânea destes dois fenômenos durante a deformação habilita o filme funcional:

- por um lado a se adaptar ao perfil esférico ou pseudoesférico imposto sobre o conjunto – membrana auxiliar, estrutura de conexão, filme – graças ao efeito de retenção da força de adesão ou força capilar que o une à estrutura de conexão, e

- por outro lado, ser sujeito à deformação muito menor do que a

da membrana auxiliar e desacoplada daquela, graças ao fenômeno de deslizamento permitido entre a membrana auxiliar e a estrutura de conexão.

5 Isto reduz os defeitos gerados no filme funcional quando ele é aplicado sobre o substrato usando um método da invenção. Em particular, ele é compatível com uma função ótica do substrato provido com o filme funcional, em particular se o substrato é uma lente. Ele é também compatível com uma aplicação que tem requisitos cosméticos, tal como uma aplicação oftálmica.

10 No contexto da invenção, a estrutura de conexão entre o filme funcional e a membrana auxiliar deformável compreende uma camada de líquido capilar ou camada de material adesivo visco elástico. A estrutura de conexão da invenção, portanto tem um papel triplo:

- ela provê retenção íntima entre sua face interna e o filme funcional;
- 15 - ela permite deslizamento otimizado entre sua face externa e a membrana auxiliar deformável no caso de em conexão provida por uma camada de líquido capilar, ou fluxo otimizado no caso de uma conexão provida por uma camada de material adesivo viscoelástico;
- ela reduz acoplamento em cisalhamento entre a membrana
- 20 auxiliar e o filme funcional a ser fixado e, portanto limita a deformação dentro do filme funcional.

No contexto do método da invenção a membrana auxiliar deformável serve como um molde de conformar.

25 A membrana auxiliar deve ser maior que o filme funcional de forma que uma borda periférica do filme funcional esteja dentro de uma borda periférica da membrana durante a etapa de deformação. Isto garante que a membrana auxiliar é segura em seu perímetro por meios mecânicos dispostos dentro do dispositivo para implementar o método da invenção. Deste modo, o diâmetro da membrana auxiliar é maior do que a maior dimensão do

30 filme funcional a ser fixado sobre o substrato.

Por essa razão em particular, se o substrato compreende uma lente oftálmica que é para ser unida em uma armação de óculos, o filme fun-

cional é vantajosamente cortado substancialmente para as medidas de um alojamento de lente na armação antes da etapa de deformação. Isto também leva a economia de material para o filme funcional relativo a um filme funcional que seria aplicado sobre uma lente oftálmica bruta e teria as dimensões da última.

As propriedades mecânicas da membrana auxiliar são também importantes para limitar a deformação do filme funcional. Deve haver corroboração entre as propriedades mecânicas do filme funcional e aquelas da membrana auxiliar. Deste modo para deformação mínima do filme funcional, o primeiro objeto da invenção, é necessário para a membrana auxiliar ter uma "rigidez" maior ou igual àquela do filme funcional. Para conformar o filme funcional à forma, é necessário para a membrana auxiliar ser suficientemente e mecanicamente rígida relativamente ao dito filme funcional para o último ser forçado a se adaptar ao perfil geométrico que a membrana auxiliar impõe sem distorção ocorrendo dentro daquela membrana auxiliar. No contexto da invenção, a rigidez da membrana auxiliar é uma combinação apropriada do módulo de Young e a espessura da membrana.

Vantajosamente, embora isto não seja essencial para implementar a invenção, a estrutura de conexão pode adicionalmente incluir um filme intermediário que é fixado relativamente ao filme funcional durante a etapa de deformação e que pode ser adaptado para separar, depois da etapa de deformação, a membrana deformável auxiliar, por um lado, de um conjunto compreendendo o filme funcional e o filme intermediário, por outro lado. Durante a etapa de deformação, partes do filme intermediário podem, portanto, ser localmente movidas relativamente à membrana e paralela a ela, sendo arrastadas pelo filme funcional. Este tipo de filme intermediário pode ser separado do filme funcional depois, por exemplo, descascado. A função principal deste filme intermediário é para facilitar a separação do filme funcional da estrutura de conexão sem interferir com as propriedades físicas e funcionais do próprio filme. Este filme pode em particular ser laminado diretamente sobre o filme funcional em uma certa temperatura, no sentido de protegê-lo antes de seu uso no método de fixação por conformação. Ele pode ser tam-

bém retido sobre o filme funcional depois que o último foi fixado ao substrato no sentido de protegê-lo de qualquer ataque externo até o uso final do produto.

5 No contexto de implementação do método da invenção, a etapa de deformação da membrana auxiliar com o filme funcional é parte de uma etapa de pré-conformar o filme funcional que é executado antes de aplicar o filme ao substrato. Aplicar o filme sobre o substrato no contexto da invenção termina na fixação das duas entidades (quando o filme funcional é menor do que o substrato). Neste contexto, o filme funcional pode ser aplicado ao
10 substrato dispondo uma parte de um agente de ligação entre eles, de forma que o filme funcional é fixado ao substrato no fim do processo. Onde apropriado, a parte de agente de ligação pode ser uma camada específica que está inicialmente presente no filme funcional, no lado oposto dele aos meios de conexão para a membrana.

15 Outras características e vantagens da presente invenção se tornarão claras no curso da descrição a seguir de modalidades não limitantes, as quais são dadas com referência aos desenhos anexos, nos quais:

- as figuras 1a e 1b são respectivamente uma vista de topo e uma vista em corte de um substrato usado para implementar a invenção;
- 20 - a figura 2 é uma vista em corte de uma estrutura usada para implementar a invenção;
- as figuras 3 e 4a-4d ilustram uma primeira modalidade da invenção;
- as Figuras 5 e 6a-6c ilustram uma segunda modalidade da invenção,
- 25 - as Figuras 7a a 7d ilustram um dispositivo de teste capaz de estabelecer a complacência do estrutura de conexão para a membrana auxiliar predeterminada - par de filme funcional.

30 Por questão de clareza, os elementos que estão representados nas figuras não são reproduzidos em relação a reais dimensões ou relações reais de dimensões. Além disso, referências idênticas em diferentes figuras denotam elementos que são idênticos ou têm funções idênticas.

De acordo com as Figuras 1a e 1b, um substrato consiste em uma lente oftálmica 10. Este tipo de lente tem uma superfície frontal S1 que é convexa e uma superfície traseira S2 que é côncava. Na conclusão de seu processo de fabricação por fundição ou por moldagem por injeção, a lente oftálmica 10 geralmente e preferencialmente tem uma borda periférica circular, por exemplo, de 6,5 cm (centímetros) de diâmetro, denotado B. Na Figura 1b, a referência C indica o contorno compensado da lente 10, que corresponde à forma final da lente pronta para ser montada no alojamento da armação de um par de óculos. A lente 10 pode consistir em qualquer material rígido habitualmente usado no campo oftálmico. Em particular, pode ser de um mineral orgânico ou material composto. Por meio de exemplo não limitante, os materiais são escolhidos de polycarbonatos; poliamidas; poliimidas; polissulfonas; copolímeros de polietilnetereftalato e polycarbonato; poliolefinas, em particular polinorbornenos; polímeros e copolímeros de dietileno glicol bis (alilcarbonato); polímeros e copolímeros (met) acrílicos, em particular polímeros e copolímeros (met) acrílicos derivados de bisfenol-A; polímeros e copolímeros de tio (met) acrílicos; polímeros e copolímeros de uretano e tiouretano; polímeros e copolímeros de epóxi; e polímeros e copolímeros de epissulfeto.

É entendido que aqui uma lente oftálmica é somente tomada como um exemplo para o substrato, mas que a invenção pode ser usada com outros substratos para uma face pseudoesférica de cada qual um filme deve ser aplicado.

De acordo com a Figura 2, uma estrutura de multicamadas 20 compreende uma membrana auxiliar 1 e um filme funcional 4, os quais são conectados um a cada outro por uma estrutura de conexão temporária. A estrutura multicamadas 20 tem uma forma inicial plana, de forma que ela pode ser produzida simplesmente, em particular em grandes chapas, por laminação padrão e/ou métodos de revestimento, por exemplo. Seu custo de produção, portanto é baixo.

A membrana 1 é planejada para sustentar o filme 4 quando o último está para ser deformado. É então deformado ao mesmo tempo que o

filme, sendo possivelmente aquecido antecipadamente. Para esta finalidade, consiste em um material deformável que pode ser baseado em tereftalato de polietileno (PET), naftalato de polietileno (PEN), policarbonato (PC), polietersulfona (PES), poliarilato (PAR), álcool polivinílico (PVA), olefina policíclica (PCO), poliamida (PA), poliuretano (PU) ou poliimida (PI), embora esta lista não é limitante da invenção. A membrana 1 pode ser um filme homogêneo único ou pode ela própria ter uma estrutura laminada compreendendo uma pluralidade de camadas. A membrana 1 consiste preferencialmente em uma camada homogênea única de tereftalato de polietileno. A membrana auxiliar 1 tem um produto de seu módulo de Young (E_1) por sua espessura (e_1) maior do que ou igual ao produto do módulo de Young (E_4) pela espessura (e_4) do filme funcional 4. Quanto mais complacente a estrutura de conexão, mais próximo o valor absoluto do produto $E_1.e_1$ àquele do produto $E_4.e_4$.

O filme 4 é planejado para conferir uma função particular às lentes 10 quando ele é fixado sobre ela. Esta função pode ser provida pelo material do próprio filme ou por pelo menos uma camada do filme. No último caso, o filme funcional 4 compreende um filme de base e uma ou mais camadas funcionais carregadas pelo filme de base. No contexto da invenção, o termo "a função" se refere a uma função estrutural, ótica, física ou físico-química. Este tipo de função pode compreender uma função de proteção contra fotodegradação ou foto-oxidação, uma função anti-impacto, uma função antiarranhadura, uma função antirreflexiva, uma função de polarização, uma função de filtro de cor, uma função fotocrômica, uma função antiestática, uma função antissujeira, uma função provida estrutura com pixels ou estrutura microestruturada. A expressão com pixels ou estrutura microestruturada" se refere em particular a uma estrutura celular formada de células que são justapostas paralelas a uma face do filme e/ou do substrato. Tais filmes são descritos em particular nos pedidos de patente WO 2006/013250 e WO 2007/010414. As últimas são em particular capazes de incorporar um grande número de funções dentro de sua composição. Para uma aplicação óptica ou oftálmica o filme funcional 4 é transparente, embora ele possa ser pintado.

Algumas destas camadas devem ser expostas ao exterior na lente terminada, relativa ao filme de base, como é conhecido na técnica. Na Figura 2, uma ou mais destas camadas são indicadas pela referência 4a, e estão situadas na face do filme funcional 4 que faceia em direção à membrana auxiliar 1. A estrutura de conexão 12 que segura temporariamente o filme 4 sobre a membrana 1 é tal que a forma da membrana 1 é transmitida ao filme 4, com o filme 4 seguro intimamente e permanentemente em contato com a membrana 1 via a dita estrutura de conexão. Além disso, nenhuma parte do filme 4 é rigidamente fixada à membrana 1, mas pode se mover relativamente a ela, pelo menos dentro de um alcance limitado, embora mantendo-a paralela a ela. Deste modo, quando a membrana 1 e o filme 4 são curvados, isto é, são conformados a um perfil pseudo esférico substancialmente correspondendo àquele do substrato, partes de borda do filme 4 pode deslizar sobre a superfície da membrana auxiliar 1 via a estrutura de conexão 2.

Para este propósito, a estrutura de conexão 2 pode ser de tipos diferentes e ter várias composições. Uma primeira possibilidade é para o filme 4 ser seguro sobre a membrana 1 por uma estrutura de conexão 2 compreendendo uma camada de líquido, em virtude da capilaridade do líquido. No contexto da invenção o termo "líquido" se refere a um estado material no qual o material tem mobilidade suficiente para fluir sob o seu próprio peso. Um líquido é escolhido cujo ponto de ebulição é mais alto do que a temperatura na qual a fixação é executada. O líquido é vantajosamente um óleo.

Outra possibilidade é para o filme 4 ser seguro sobre a membrana 1 por uma estrutura de conexão compreendendo uma camada de um material adesivo que permanece viscoelástico. Neste caso, o fluxo local do material adesivo permite partes que se faceiam do filme 4 e da membrana 1 a se mover relativamente um ao outro, permanecendo paralelos. A espessura deste tipo de camada de material adesivo é simples para ajustar, em particular como uma função das características de viscosidade do material adesivo. Neste segundo caso, para minimizar a deformação do filme funcional 4 é necessário assegurar a melhor complacência desta estrutura de conexão

compreendendo este tipo de material adesivo viscoelástico. O termo "com-placência" se refere à habilidade desta estrutura de conexão para ser defor-mada em cisalhamento, cuja propriedade é ligada à relação de "espessura da estrutura/módulo de cisalhamento".

5 Esta complacência pode em particular ser alcançada usando um material adesivo viscoelástico muito dúctil.

Podem ser usados muitos materiais adesivos viscoelásticos. A escolha deste material, e sua espessura, pode ser guiada por testes prelimi-nares baseados em amostras específicas projetadas para caracterizar a

10 complacência da estrutura de conexão inserida entra a membrana auxiliar 1 e o filme funcional 4, sob condições de carregamento próximas àquelas que a pilha (membrana auxiliar, estrutura de conexão e filme funcional) está su-jeita durante o processo de (termo)conformação que é o assunto desta in-venção. De acordo com as Figuras 7a a 7d, as amostras compreendem os

15 três elementos empilhados do processo, isto é, o membro auxiliar 1, a es-trutura de conexão 2 e o filme funcional 4. Nestas amostras apropriadas para o teste, cada elemento constituinte da pilha compreende uma tira de material M1, M2 e M4, representando respectivamente o material que é usado para a membrana auxiliar 1, o material que é usado para a estrutura de conexão 2,

20 e o material que é usado para o filme funcional 4. Estes elementos constitu-intes na forma de tiras são dispostos de forma que a tira M1 pode ser tensio-nada ao longo do eixo da dimensão longitudinal por meio de prendedores "z", e os elementos M2 e M4, menores em comprimento do que a tira M1 e, portanto se fixa atrás e fora do aperto dos prendedores "z", permanecem em

25 contato íntimo com a tira M1. Nas extremidades das tiras M1 e M4 estão qua-tro marcadores "w". Sem carga, isto é, na ausência de qualquer tensão além daquela exercida por gravidade perpendicularmente ao eixo longitudinal das ditas tiras l_{10} e l_{40} , a distância entre os marcadores são os comprimentos 7a e 7b, que são respectivamente uma vista lateral e uma vista plana do dispo-

30 sitivo de teste). É efetuado progressivo carregamento em tensão sob as condições operacionais dinâmicas cinéticas e térmicas F tão próximas quan-to possível daquelas do processo apropriado de (termo) conformação no

qual o filme funcional selecionado 4 é para ser usado. O efeito de carregamento em tensão durante a fase de deformação é para a tira M1, tornando-se a imagem da membrana 1 a ser esticada e graças à íntima conexão para conduzir a tira M2, tornando-se a imagem da estrutura de conexão M2 tendo

5 a conduzir a tira M4, tornando-se a imagem do filme funcional 4. O sistema atinge o equilíbrio quando, por reação e em conjunto, as deformações em tensão da tira M1, da tira M2 e tira M4, rigorosamente, se opõem à força de tensão de carregamento F. As forças presentes induzem cisalhamento da camada intermediária consistindo da estrutura de conexão e, como indicado

10 aqui acima, ela é a complacência desta estrutura de conexão (em outras palavras sua habilidade de ser deformada quando estressada em cisalhamento) que impõe a deformação do filme funcional 4. Depois de carregar para simular o tensionamento da pilha durante a etapa de conformar do método, os marcadores são separados pelos comprimentos l_{1C} e l_{4C} (vejam as

15 Figuras 7c e 7d). Os deslocamentos respectivos $l_{1C} - l_{10}$ e $l_{4C} - l_{40}$ na parte da amostra correspondente à membrana auxiliar M1e a parte da amostra correspondente ao filme funcional M4 podem ser medidos por vários métodos bem conhecidos à pessoa qualificada na técnica, por exemplo, extensometria ótica. O parâmetro pertinente procurado que qualifica a estrutura de co-

20 nexão M2 (complacência suficiente ou não), para um dado par de estruturas M1-M4, é a relação entre a deformação relativa medida em M4 e a deformação relativa medida em M1, que é por assim dizer o resultado de $(l_{4C} - l_{40}) \times l_{10} / (l_{1C} - l_{10}) \times l_{40}$. Essa relação tende a zero se as propriedades de deslizamento muito boas de uma estrutura de conexão líquida do tipo "óleo", por

25 exemplo, são exploradas, e aumentam com o módulo de cisalhamento do material que constitui M2 e/ou com a recíproca da espessura de M2 quando o deslizamento aparente é o resultado da característica de mecanismo de fluxo viscoelástico de materiais adesivos. Um valor limite desta relação da ordem de 1/100 é um bom critério de escolha para qualificar a natureza e a

30 espessura da estrutura de conexão 2. Este valor limite de 1/100 corresponde a deformação de 0,1% do filme funcional com 10% de deformação da membrana auxiliar. Consequentemente, no contexto da invenção, a escolha pre-

ferida é uma estrutura de conectar 2 tal que a relação $(l_{4C} - l_{40}) \times l_{10}/(l_{1C} - l_{10}) \times l_{40}$ é no máximo igual a 0,01 (1/100) para um par escolhido de membrana auxiliar 1/filme funcional 4 pronto para conformar pelo método da invenção, sendo os valores de l_{10} , l_{40} , l_{1C} , l_{4C} determinado sob as condições do teste descrito aqui acima e usando o dispositivo das Figuras 7a a 7d.

É usado preferencialmente, um adesivo sensível à pressão (PSA) baseado em poliacrilato para implementar a invenção.

A estrutura 2 conectando o filme funcional 4 à membrana auxiliar 1 pode opcionalmente compreender também um filme adicional 3 chamado de filme intermediário. O filme 3 está entre o filme funcional 4 e a camada de conexão 2. Ele é fixado rigidamente ao filme 4 ou a uma camada fina 4a carregada por ela. Para esta finalidade, uma camada 3a de um material adesivo particular sensível à pressão, pode ser disposta entre o filme funcional 4 e o filme intermediário 3. A força de adesão da camada 3 é preferencialmente maior do que aquela da camada de conexão 2, de forma que, quando a membrana 1 e o filme funcional 4 estão separados um do outro, a partir de uma borda e, é a camada de conexão que dá passagem. O filme intermediário 3 pode ser separado depois descascando o filme 4, como resultado da camada 3a dando passagem. Como descrito aqui acima, a função principal deste filme intermediário 3 é proteger o filme funcional 4 e em particular para permitir a sua separação no fim do processo da estrutura de conexão 2 e a membrana auxiliar 1, sem degradar a função provida pelo dito filme funcional. Este filme intermediário é escolhido de forma que seja fácil remover descascando-o fora no fim do processo de fixação, quando a lente 10 é finalmente terminada.

Finalmente, a estrutura 20 pode adicionalmente incluir uma camada adicional 5 de agente de ligação para fixar o filme 4 a uma das faces da lente 10. Para esta finalidade, a camada 5 é disposta sobre o filme 4, em um lado do último oposto à estrutura de conexão 2. Para a aplicação a uma lente oftálmica que é descrita aqui, a camada 5 é transparente e é adaptada para fixar o filme 4 permanentemente à lente 10. Ela pode então ser, em particular, uma cola que é ligada em cruz aquecendo-a ou irradiando-a com luz

ultravioleta, ou um adesivo sensível à pressão. Antes de ser aplicada à lente 10, a camada de agente de ligação 5 pode ser temporariamente protegida por um filme de descascar 6. Um filme 6 deste tipo é então disposto sobre a camada 5, em um lado do último oposto ao filme funcional 4. Ele pode ser removido tanto antes quanto depois da membrana 1 ser deformada com o filme funcional 4. Este tipo de filme de descascar é usado em particular quando, em uma modalidade preferida da invenção, o agente de ligação é um adesivo sensível à pressão. Em outra modalidade da invenção que não é mostrada aqui, o agente de ligação pode ser depositado diretamente sobre a lente 10 antes da execução do método da invenção.

A membrana 1 é maior do que a face da lente 10 ao qual o filme 4 deve ser aplicado. Deste modo, a membrana 1 pode cobrir a lente 10 completamente, sendo segura por sua própria borda periférica E, externa da borda B da lente.

O filme funcional 4 é antes preferivelmente também cortado, para as dimensões da lente oftálmica final, quando ela está presente na estrutura 20 da Figura 2, pronta para ser usada. A expressão "cortada para as dimensões da lente" significa que o filme 4 é ligeiramente maior do que do que as lentes quando aparadas, isto é, ela tem uma borda periférica D que é fora do contorno C quando o filme 4 é aplicado às lentes 10 (ver a Figura 1b). Em uma modalidade preferida da invenção, depois da deformação, o filme 4 tem uma forma idêntica à da lente aparada, isto é, a borda periférica do filme funcional 4, combina exatamente com o contorno C da lente aparada. Tal redução do tamanho do filme 4 para as dimensões da lente aparada, que é efetuada antes de aplicar o filme 4 à lente 10, reduz significativamente as tensões que são criadas no filme 4 quando ele é deformado, em particular devido ao uso pelo método da invenção de uma estrutura de conectar tendo as características descritas aqui acima. Além disso, é possível cortar o filme 4 diretamente para as dimensões da lente aparada em uma chapa produzida em massa do filme. Isto evita perda do material do filme 4, que ajuda a reduzir o custo da unidade da lente final.

Deste modo, a membrana 1 é maior do que o filme funcional 4, e então a borda periférica D do filme 4 está situada dentro da borda E da membrana 1. Em particular, em uma modalidade vantajosa da invenção usando uma membrana auxiliar 1 de geometria circular, o diâmetro da dita
5 membrana é maior do que a maior dimensão do filme funcional 4 a ser fixado. As bordas B, C, D e E são indicadas na Figura 2, que mostra suas posições relativas. A extremidade D do filme funcional 4 também coincide preferencialmente exatamente com o interior da borda C da lente aparada 10 exatamente de acordo com a geometria de uma lente de óculos pronta para ser
10 ajustada a uma armação, quando o filme é aplicado à última.

A membrana 1 tem preferencialmente uma resistência mecânica vis a vis a deformação que é maior do que a resistência mecânica do filme funcional 4 sujeito à mesma deformação. Deste modo, quando a estrutura 20 é deformada como um todo, as tensões que são criadas na estrutura quando
15 ela é deformada são criadas principalmente dentro da membrana 1. As tensões residuais que aparecem no filme 4, são portanto baixas, o que adicionalmente reduz os defeitos sujeitos a aparecer no filme 4.

Um primeiro método para aplicar a estrutura 20 da Figura 2 à lente 10 das Figuras 1a e 1b é descrito a seguir com referência às Figuras 3 e 4a-4d. Neste método, a estrutura 20 é deformada durante um etapa de
20 pré-conformação criando uma diferença de pressão pneumática entre as duas faces da membrana 1. É então fixada à lente 10.

Como mostrado na Figura 3, uma envoltura 100, por exemplo, de eixo vertical, forma cilíndrica, está aberta em sua face superior. Uma pa-
25 rede lateral 100a da envoltura 100 é provida em sua extremidade superior com um sistema para fixar a estrutura 20, para vedar a envoltura 100. Este sistema de fixação inclui meios de vedação como, por exemplo, um anel em O que é planejado para ser comprimido por um anel de fixação 11 entre a parede lateral 100a e uma extremidade periférica da membrana auxiliar 1 da
30 estrutura 20, usando prendedores de fixação que não são mostrados.

Um suporte de lente 12 capaz de segurar qualquer geometria de uma lente 10 é disposto na envoltura 100 na extremidade de um cilindro 13.

O cilindro 13 é combinado com um pistão 14 para levantar o suporte 12 no interior da envoltura 100, além do nível do anel de fixação 11. O movimento do suporte 12 pelo cilindro 13 e o pistão 14 é controlado de fora da envoltura 100, por exemplo, eletricamente ou por meios hidráulicos. É assumido que este tipo de controle à distância é conhecido e ele não é descrito novamente aqui.

A envoltura 100 tem um orifício que é conectado por uma tubulação apropriada a uma fonte de gás externa (não mostrada). Essa fonte permite ser estabelecida uma pressão pneumática controlada a ser estabelecida dentro da envoltura 100. Assim, a pressão dentro da envoltura 100 pode ser aumentada ou diminuída relativamente à pressão ambiente fora da envoltura 100. A pressão na envoltura 100 pode ser variada e controlada independentemente da posição e o movimento do suporte 12. Em outras palavras, a pressão na envoltura 100 e a posição do suporte 12 são ajustadas por meios de controle separados.

Finalmente, um sistema de aquecimento 16 é disposto acima da envoltura 100 faceando o meio de fechamento da envoltura, o qual consiste no contexto da invenção, da estrutura 20. Um sistema de aquecimento infravermelho radioativo possibilita usos particularmente simples e rápidos, mas ao invés, outros sistemas de aquecimento podem ser usados.

O sistema de aquecimento 16, a pressão dentro da envoltura 100 e a posição do suporte 12 são vantajosamente controlados por um controlador automático programável para executar uma sequência de variações dos vários parâmetros do dispositivo para executar a fixação de acordo com a invenção.

A lente 10 aparada para a geometria de uma lente de óculos pronta para ser montada em uma armação definida é instalada sobre o suporte 12 com a face S1 faceando para cima. O suporte 12 é então movido para uma posição baixa no interior da envoltura 100.

O filme 6 protegendo a estrutura 20 é removido para expor a camada de agente de ligação 5. A estrutura 20 é fixada à envoltura 100 por meio da membrana auxiliar 1 e o anel 11, com a face S0 do filme funcional 4

que carrega a camada de agente de fixar 5 faceando o interior da envoltura, em conformância com a direção orientada N que é indicada na Figura 2 (orientada para baixo na Figura 2) e na Figura 3 (orientada para cima na Figura 3). Nesta configuração, a face S1 da lente 10 está em uma distância abaixo da face S0 do filme funcional 4 e a envoltura 100 é vedada hermeticamente pela membrana auxiliar 1. Nesta configuração de uso do dispositivo, o filme funcional 4 não é seguro sobre a envoltura 100 pelo anel de fixação 11.

Durante uma primeira etapa, a pressão dentro da envoltura 100 é aumentada, para criar uma diferença de pressão pneumática ΔP_1 , entre o dois lados da estrutura 20 que é entre 10 e 400 KPa (0,1 bar e 4,0 bar), preferencialmente entre 10 e 100 KPa (0,1 bar e 1,0 bar). A pressão fora da envoltura 100 é a pressão atmosférica e a envoltura 100 está em pressão elevada. Durante este etapa, a estrutura 20 é aquecida por meio do sistema 16, para fazê-la mais flexível, mais plástica e mais extensível. A temperatura T_1 , da estrutura 20 é então entre 80°C e 180°C. pode ser vantajoso aquecer a estrutura 20 antes de aumentar a pressão na envoltura 100 e continuar com o aquecimento para manter a temperatura da estrutura 20, enquanto a pressão na envoltura 100 é aumentada. A estrutura 20 então assume uma forma substancialmente esférica expandindo em direção ao exterior da envoltura 100, como mostrado na Figura 4a.

O aquecimento da estrutura 20 é então parado e a temperatura da estrutura 20 é trazida para um valor substancialmente igual à temperatura ambiente T_0 , que é entre 10°C e 40°C. A pressão dentro da envoltura 100 pode ser reduzida durante uma segunda etapa, para obter uma diferença de pressão pneumática ΔP_2 entre o dois lados da estrutura 20. No caso de transferir uma área pequena, a fixação é preferencialmente efetuada na pressão de deformação: o filme 4 não sendo tencionado por um componente elástico, não há necessidade de reduzir a pressão durante o etapa de fixar. A pressão de fixar está entre a pressão de conformar ΔP_1 e 0,50KPa (0, 05 bar). A envoltura 100 é então pressurizada continuamente. Devido a que o comportamento parcialmente elástico da membrana 1, a expansão da estrutura 20 em direção ao exterior da envoltura 100 é reduzida. O valor de pres-

são aumentada ΔP_2 é selecionado de forma que a curvatura do filme funcional 4 se torna ligeiramente menor que a curvatura da face convexa S1 da lente 10 (Figure 4b). Estas primeiro e segundo etapas constituem a pré-conformação do filme 4 para um valor de curvatura que está entre a curvatura inicialmente zero do filme 4 e a curvatura da face S1 da lente 10. Neste caso, esta pré-conformação é efetuada por um processo de conformar termicamente.

Durante uma terceira etapa, o suporte 12 é levantado de forma que a face S1 da lente 10 entra em contato com a camada de agente de ligação 5 que está presente sobre a face S_0 do filme 4. Devido às respectivas curvaturas das duas faces S_0 e S1, o contato acontece primeiro no centro da lente 10 (Figura 4c) e então se expande radialmente, enquanto o suporte 12 continua a subir. A face S1 da lente 10 então empurra a estrutura 20 para fora da envoltura 100, além da posição do filme antes de levantar o suporte 12. A face S1 da lente 10 é então progressivamente prensada contra a face S_0 do filme 4, com uma velocidade de movimento relativo que pode estar entre 0,1 e 1,0 mm/s. Um valor limite superior desta velocidade depende do comportamento plástico da estrutura 20. Deste modo, o filme 4 assume a forma da face S1, sem dobrar ou rasgar (Figura 4d) e com deformação mínima. Durante esta terceira etapa, a temperatura do filme é constante, por exemplo, permanecendo igual à temperatura ambiente.

A lente 10 pode ser mantida prensada contra o filme 4 por um tempo de espera que pode estar entre 0,5 segundo e 2 minutos. A pressurização da envoltura é então terminada, o suporte 12 é abaixado, e o anel de fixar 11 é removido. A lente 10 é então recuperada com a estrutura 20 fixada à face S1. Se a camada 5 consiste de uma cola polimerizável, a lente 10 e a estrutura 20 são expostas à radiação UV ou a um fluxo de calor para fixar a fixação permanentemente. Onde aplicável, a etapa de exposição pode ser executada antes de remover a lente 10 e a estrutura 20 da envoltura 100, com a pressão aumentada ΔP_2 ainda aplicada.

A membrana auxiliar 1 é então separada da lente 10, causando a camada de conexão 2 a romper. Tal separação pode ser executada des-

cascando, por exemplo. O conjunto 21 consistindo no filme intermediário 3, a camada material adesivo 3a, o filme funcional 4 e a camada de agente de ligação 5 são então fixados à lente 10.

Se o filme funcional 4 tem uma borda periférica D maior do que a borda periférica C da lente aparada 10, ele é então cortado no sentido de ter uma borda periférica idêntica à extremidade periférica C. Finalmente, o filme intermediário 3 pode ser descascado por sua vez para prover uma lente oftálmica pronta para usar.

A invenção foi implementada sob as seguintes condições particulares:

- a face S1 da lente 10 é esférica com um raio de curvatura de 68 mm e um diâmetro de 65 mm;
- a membrana 1 é de tereftalato de polietileno (PET) de 75 μ m de espessura;
- o filme funcional 4 consiste em um filme de base de triacetato de celulose (CTA) de 80 μ m (micrometros) de espessura, levando um revestimento formado de camadas 4a com a função dual de proteção mecânica e antirreflexão;
- a camada de conexão 2 é uma camada de adesivo sensível à pressão (PSA) com 25 μ m de espessura;
- o filme intermediário 3 é de cloreto polivinílico (PVC) e é fixo ao filme 4 por uma camada pré-revestida de adesivo sensível à pressão (PSA), com uma espessura total de 70 μ m; e
- o filme intermediário foi reduzido anteriormente às seguintes dimensões de uma lente oftálmica: largura 32 mm, comprimento 55 mm, e maior diagonal 58 mm.

Durante o processo de aplicação descrito com referência às Figuras 3 e 4a-4d, a estrutura precedente 20 foi pré-conformada aquecendo-a a 1200°C por 30 segundos e então elevando a pressão por 90 KPa(0,9 bar) na envoltura 100, ao mesmo tempo que continuando a aquecer a estrutura 20.

Sob estas condições, a deformação do filme 4 é máxima no centro, com um valor que é da ordem de 1%. Esse valor é cinco a dez vezes menor, do que a deformação da membrana auxiliar 1, no centro.

5 As figuras 5 e 6a-6c mostram outro método da invenção para aplicar o filme funcional 4 sobre a lente 10, durante o qual a membrana é deformada pressionando um bloco de amortecedor contra a membrana em um lado oposto ao filme funcional 4.

Um dispositivo como mostrado na Figura 5 pode ser usado para isto. Este tipo de dispositivo compreende uma envoltura de baixa pressão 100 e um sistema aplicador 200 que é mantido acima da envoltura por meio de uma estrutura rígida.

15 A envoltura de baixa pressão 100 tem uma parede lateral 100a que é novamente um cilindro de eixo vertical. Ele é ajustado com o anel de fixação 11, para fixar a estrutura 20 à extremidade periférica superior da parede 100a. A envoltura 100 é então vedada hermeticamente no topo. Ela está disposta acima de uma base 101, em uma altura fixa. Um cilindro de eixo vertical 14 que passa através da face inferior da envoltura 100 move o suporte 12 verticalmente dentro da envoltura 100. Um sistema imobilizador 17 fixa a altura do suporte 12, e a parede 100a compreende o orifício de entrada de gás 15 e um orifício de aspiração 16. O orifício 16 é conectado a uma unidade de bombeamento, não mostrada.

O sistema de aplicação compreende um bloco amortecedor 201 que é montado em deslizadores verticais 203 e os quais podem ser movidos por meio de um sistema de deslocamento 202. Este tipo de sistema de deslocamento pode compreender um motor a etapa que aciona um parafuso de avanço, por exemplo. Um sensor de pressão 204, o qual pode compreender um elemento piezo elétrico, mede a força de aplicação do bloco amortecedor 201 contra a estrutura 20.

30 A estrutura 20 é novamente fixada pela membrana auxiliar 1 à envoltura 100 por meio do anel 11. Ela é novamente orientada de forma que a face S0 do filme funcional 4 faceia para o interior da envoltura 100, na direção vertical orientada N que está indicada nas Figuras 2 e 5. Nesta fase,

se a estrutura 20 compreende um filme protetor 6, o ultimo filme é removido para descobrir a camada do agente de ligação 5.

5 A lente 10 é fixada ao suporte 12 de forma que sua face S1 está novamente orientada para cima. O pistão 14 está na posição abaixada de forma que a lente 10 e a estrutura 20 estão a uma distância uma da outra.

A estrutura 20 pode então ser aplicada à lente 10 movendo a estrutura 20 e a lente 10 em direção a cada outra em fases.

10 Em uma primeira fase (Figura 6a), o bloco amortecedor 201 é abaixado para empurrar uma parte central da estrutura 20 para o interior da envoltura 100. Dado que a estrutura 20 está firmemente segura em sua periferia pela membrana auxiliar 1 e o anel 11, ela é deformada e assume uma forma curvada, que corresponde àquela da extremidade inferior do bloco amortecedor 201. Esta primeira fase constitui a pré-conformação da estrutura 20 de forma que ele possa depois disso ser aplicada regularmente à face curvada S1 da lente 10.

15 Em uma segunda fase (figura 6b), a lente 10 é movida em direção à estrutura 20 criando uma pressão reduzida entre elas, dentro da envoltura 100. O pistão 14 se eleva, enquanto um gás inicialmente presente na envoltura 100 é aspirado via o orifício 16. A aspiração é parada quando o ponto de contato é alcançado entre a estrutura 20 e a face S1 da lente 10. A altura do pistão 14 é então fixada por meio do sistema de bloqueio 17.

20 Finalmente, em uma terceira fase (figura 6c), o bloco amortecedor 201 é novamente abaixado, pressionando-o sobre a estrutura 20, no lado do ultimo oposto à lente 10. Isto pressiona a estrutura 20 contra o todo da face S1 da lente 10, com a camada de agente de ligação 5 presa entre elas. A extremidade do bloco amortecedor 201 é preferencialmente feito de em material deformável e flexível, para obter aplicação regular da estrutura 20 ao todo da lente 10. A estrutura 20 é então empurrada contra o todo da face S1 pelo bloco amortecedor 201.

30 O anel 11 é então liberado e o bloco amortecedor 201 levantado. A lente 10 é removida do dispositivo com a estrutura 20 fixa à sua face anterior S1. A fabricação da lente oftálmica pode então ser completada da

mesma maneira como antes.

- É entendido que embora a invenção tenha sido descrita em detalhe para aplicação da estrutura à superfície anterior convexa de uma lente oftálmica, ela pode ser aplicada de uma maneira semelhante à face posterior
- 5 côncava, adaptando as sobrepressões pneumáticas ou pressões reduzidas que são criadas na envoltura 100. Além disso, muitas outras adaptações da invenção podem ser efetuadas, em relação tanto à composição da estrutura que incorpora inicialmente o filme funcional quanto ao dispositivo aplicador usado.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de fixar um filme funcional (4) tendo uma forma inicial substancialmente plana sobre uma face curvada de um substrato (10), caracterizado em que ele compreende:

5 uma etapa de deformação durante o qual o filme funcional (4) é deformado, e durante o qual o dito filme funcional é retido sobre uma face de uma membrana deformável auxiliar (1) por meios de conexão adaptados de forma que a forma do filme funcional varia de acordo com a deformação da membrana, o filme funcional permanecendo paralelo à membrana, somente
10 a membrana auxiliar sendo segura por meios mecânicos em seu perímetro, o filme funcional sendo seguro em contato com a dita membrana auxiliar somente pelos ditos meios de conexão, e os meios de conexão são adicionalmente adaptados de forma que partes do filme funcional (4) possam se mover localmente relativamente à membrana (1) e paralelamente à ela du-
15 rante a etapa de deformação.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual os movimentos de partes do filme funcional (4) relativamente à membrana (1) estão livres durante o passo de deformação, com nenhuma ação externa sobre o dito filme funcional ou dita membrana.

20 3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, no qual a estrutura de conexão compreende uma camada de líquido capilar ou uma camada material de adesivo visco-elástico (2).

4. Método de acordo com a reivindicação 3, no qual a estrutura de conexão compreende um líquido com um ponto de ebulição dele que é
25 mais alto do que a temperatura em que o dito método é executado.

5. Método de acordo com a reivindicação 4, no qual a estrutura de conexão é um óleo.

6. Método de acordo com a reivindicação 3, em que a estrutura de conexão é uma camada de material viscoelástico adesivo compreendendo um material adesivo sensível à pressão.
30

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual a membrana (1) é maior do que o filme funcional (4) de

forma que uma borda periférica do dito filme funcional (D) esteja dentro de uma borda periférica da dita membrana (E) durante o passo de deformação.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, no qual a membrana de geometria circular (1) tem um diâmetro maior do que a maior dimensão do filme funcional (4).

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual a membrana (1) tem uma resistência mecânica com respeito à deformação maior do que a resistência mecânica do filme funcional (4) com à dita deformação.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, no qual a membrana (1) tem uma combinação de módulo de Young por espessura maior do que a combinação do módulo de Young por espessura do filme funcional (4).

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual a membrana (1) consiste em um de uma camada homogênea única de um material escolhido de policarbonato, polimetilmetacrilato e tereftalato de polietileno.

12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, no qual a membrana (1) é deformada criando uma diferença de pressão pneumática entre duas faces da dita membrana, uma das ditas faces da membrana, carregando o filme funcional (4).

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, no qual a membrana é deformada pressionando uma almofada defletora contra a dita membrana em um lado oposto do filme funcional.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual a estrutura de conexão compreende um filme intermediário (3) o qual é fixado relativamente ao filme funcional (4) durante o passo de deformação, sendo então partes do dito filme intermediário capazes de se mover localmente relativamente à membrana (1), e paralelamente a ela,

sendo o dito filme intermediário adaptado para permitir separação depois do passo de deformação, da membrana (1) por um lado, de um conjunto (21) compreendendo o filme funcional (4) e o filme intermediário (3) por outro lado.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, no qual o filme intermediário (3) é adicionalmente adaptado para ser separado do filme funcional (4) descascando.

5 16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o filme funcional (4) compreende um filme de base e opcionalmente pelo menos uma camada funcional (4a) carregada pelo dito filme de base, tendo o filme de base por si mesmo ou em combinação com a camada funcional (4a) pelo menos uma função escolhida de uma função de proteção contra fotodegradação ou foto - oxidação, uma função antirrefletiva,
10 uma função de polarização, uma função de filtro de cor uma função fotocrômica, uma função antiestática, uma função antimancha, uma função provida por uma estrutura pixelada ou microestruturada complexa. Por estrutura pixelada ou microestruturada se entende em particular uma estrutura celular.

15 17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o filme funcional (4) compreende pelo menos uma estrutura celular compreendendo células justapostas paralelas a uma face do dito filme funcional.

20 18. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual a dita etapa de deformação é incluída em uma etapa de pré-conformar o filme funcional (4) executado antes de aplicar o dito filme funcional sobre o substrato (10).

25 19. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o filme funcional (4) é aplicado sobre o substrato (10) com uma parte de um agente de ligação (5) entre o dito filme funcional e o substrato, de forma que o filme funcional é preso ao substrato na conclusão deste processo.

20. Método de acordo com a reivindicação 19, no qual a parte de agente de ligação (5) é uma camada do dito agente inicialmente presente em um lado do dito filme funcional (4) oposto aos ditos meios de conexão.

30 21. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o substrato (10) compreende uma lente oftálmica pensada em ser montada dentro de uma armação de lente.

22. Método de acordo com a reivindicação 21, no qual o filme funcional (4) é cortado substancialmente para as medidas de um alojamento de lente da armação antes do passo de deformação.

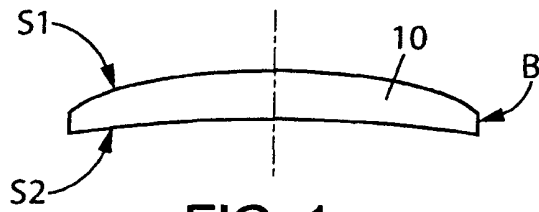


FIG. 1a

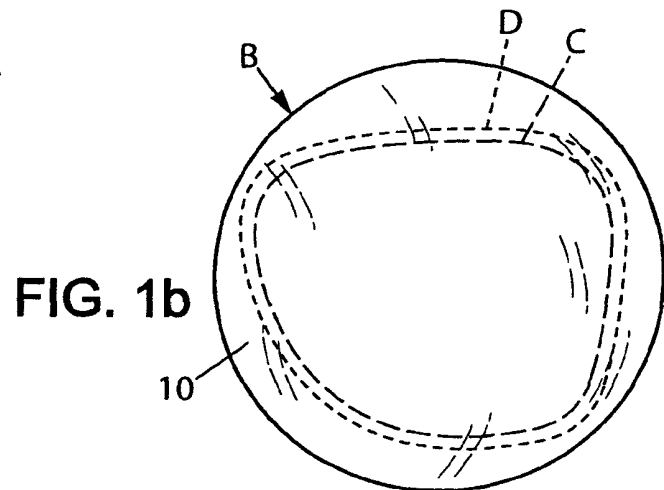


FIG. 1b

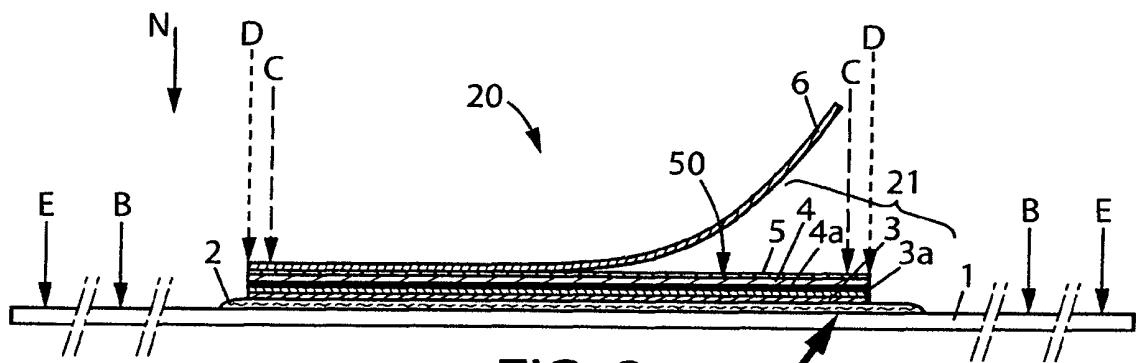


FIG. 2

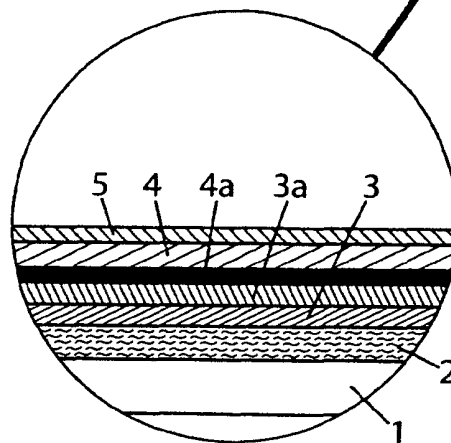
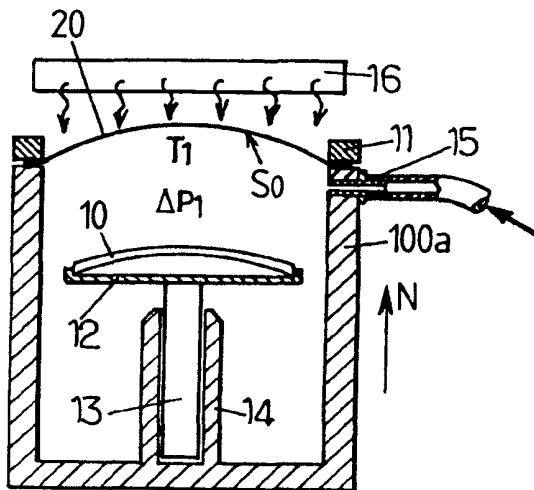
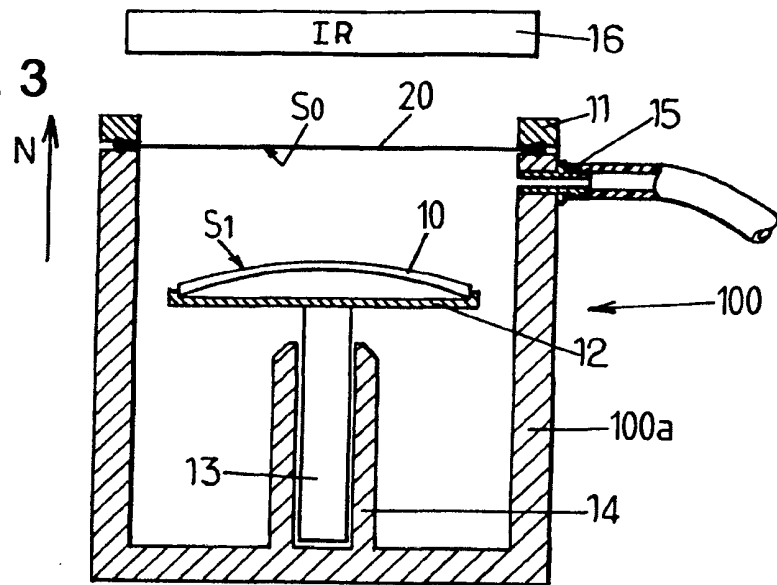
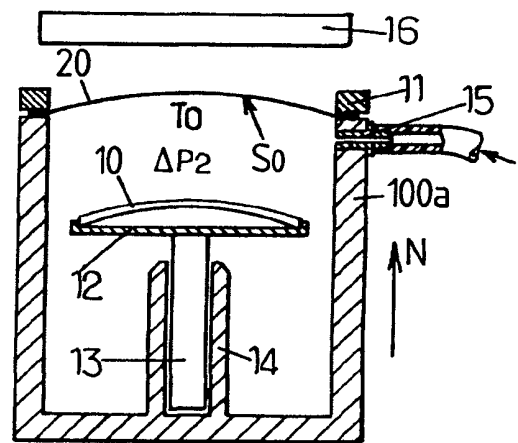
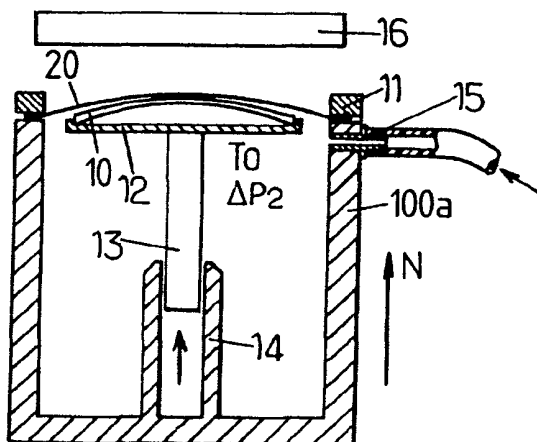
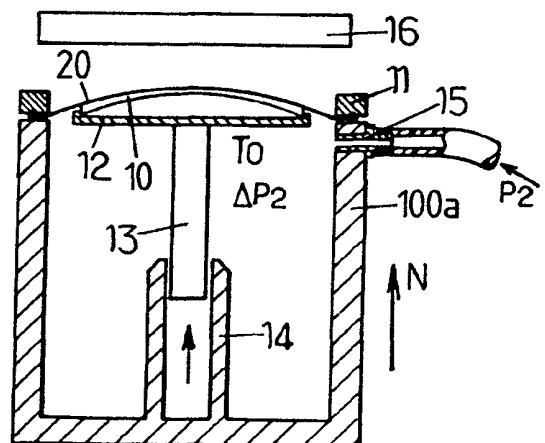


FIG. 3**FIG. 4a****FIG. 4b****FIG. 4c****FIG. 4d**

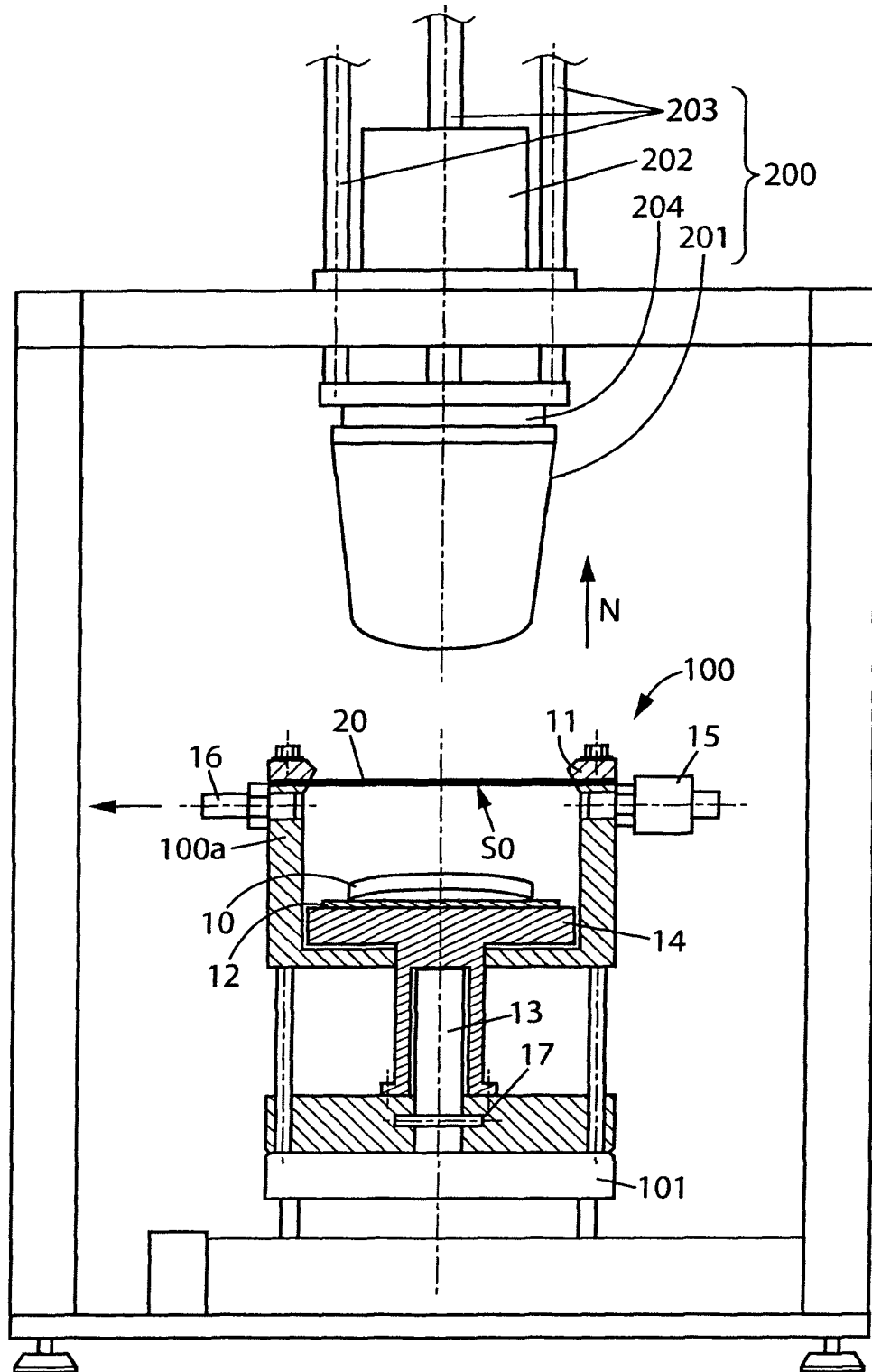


FIG. 5

FIG. 6a

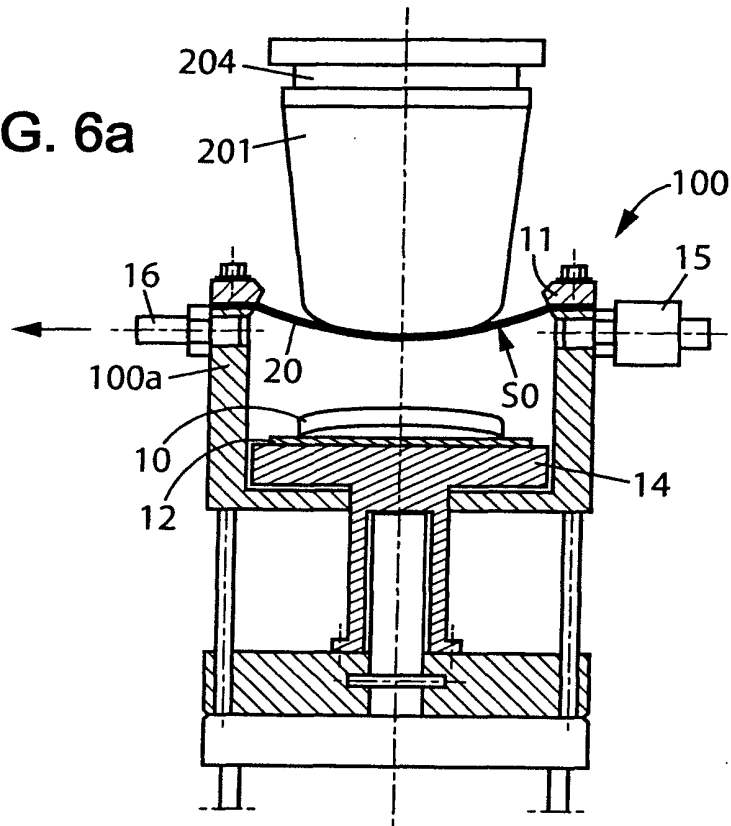
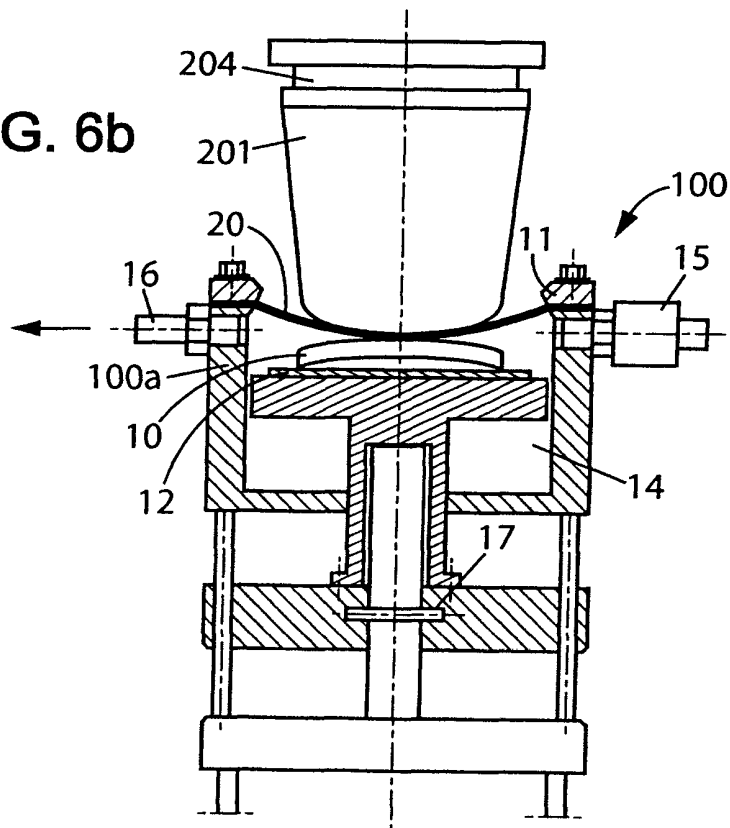


FIG. 6b



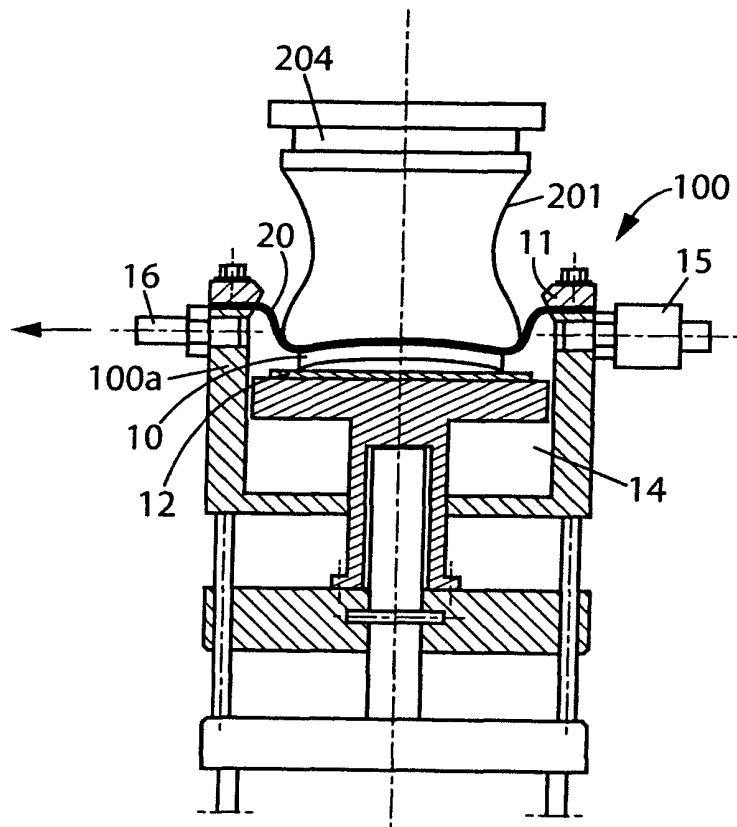


FIG. 6c

