



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

(21) PI 1004420-5 A2

(22) Data de Depósito: 26/08/2010

(43) Data da Publicação: 28/07/2015
(RPI 2325)



(54) **Título:** ELEMENTO ÓPTICO COM UMA FUNÇÃO ANTI-REFLEXÃO E DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO

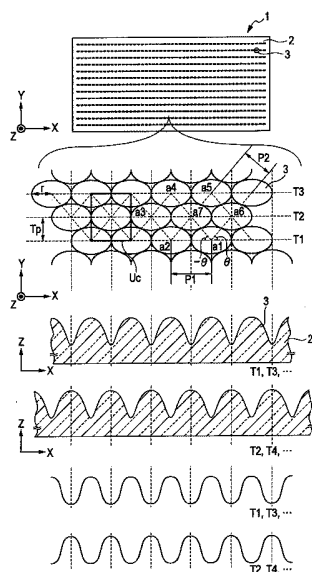
(51) **Int.Cl.:** G02B1/11; G02B27/00

(30) **Prioridade Unionista:** 02/09/2009 JP 2009-203181, 02/08/2010 JP 2010-174046, 02/08/2010 JP 2010-174046, 02/09/2009 JP 2009-203181

(73) **Titular(es):** Dexerials Corporation, Sony Corporation

(72) **Inventor(es):** Fumihiko Iida, Hidetoshi Takahashi, Hiroshi Tazawa, Hiroyuki Kiso, Ryo Nishimura, Yu Nomura

(57) **Resumo:** ELEMENTO ÓPTICO COM UMA FUNÇÃO ANTI-REFLEXÃO E DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO. Um elemento óptico com uma função anti-reflexão é provido com um substrato tendo uma superfície e uma pluralidade de estruturas formadas de partes convexas ou partes côncavas e arranjadas em grandes números sobre a superfície do substrato com um diminuto afastamento menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível, em que o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é de 1 MIPa ou mais e 1200 MIPa ou menos e o alongamento da estrutura é de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos.



“ELEMENTO ÓPTICO COM UMA FUNÇÃO ANTI-REFLEXÃO E DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO”

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a um elemento óptico com uma função anti-reflexão e um método para manufaturar o elemento óptico. Mais especificamente, refere-se a um elemento óptico, incluindo estruturas formadas de partes convexas ou partes côncavas e dispostas em grandes quantidades sobre a superfície com um passo diminuto menor do que ou igual
10 ao comprimento de onda da luz visível, e um método para manufaturar o elemento óptico.

2. DESCRIÇÃO DA ARTE RELACIONADA

Até agora, com referência a alguns elementos ópticos utilizando substratos transmissores de luz, por exemplo, vidro e plástico, um
15 tratamento de superfície é realizado para suprimir a reflexão de luz de superfície. Quanto a este tipo de tratamento de superfície, há um tratamento em que o desnivelamento fino e denso (olho de mariposa) é formado em uma superfície do elemento óptico (refere-se a “OPTICAL AND ELECTRO-OPTICAL ENGINEERING CONTACT”, Vol. 43, No. 11 (2005), 630-637,
20 por exemplo).

Em geral, no caso em que um formato irregular periódico é disposto em uma superfície de elemento óptico, a difração ocorre quando a luz passa através dele e um componente sempre à frente da luz transmitida é reduzido significativamente.

25 Entretanto, no caso em que o passo do formato irregular é menor do que o comprimento de onda da luz transmissora, a difração não ocorre. Por exemplo, quando o formato irregular é retangular, como descrito mais tarde, um efeito anti-reflexão eficaz pode ser obtido com respeito a um único comprimento de onda de luz correspondendo ao passo, à profundidade e

similares.

Quanto à estrutura olho de mariposa, produzida usando-se exposição de feixes eletrônicos, uma estrutura olho de mariposa no formato de tendas finas (passo de cerca de 300 nm, profundidade de cerca de 400 nm) foi descrita (reportar-se à NTT Advanced Technology Corporation, “Master mold for anti-reflective structure (moth-eye) independent from wavelength”, [online], [pesquisado em 27 de Fevereiro de 2008], internet <http://keytech.ntt-at.co.jp/nano/prd_0033.html>, por exemplo). Com relação a esta estrutura olho de mariposa, uma característica anti-reflexão de elevado desempenho exibindo uma refletância de 1 % ou menos, pode ser obtida.

Além disso, como uma estrutura olho de mariposa, produzida utilizando-se um método baseado na combinação de um estampador de processo de produção de disco óptico e um processo de cauterização, uma estrutura olho de mariposa no formato de uma campânula de templo ou no formato de um cone truncado elíptico foi descrita (refere-se à Publicação de Patente Internacional WO 08/023816, por exemplo). Com respeito a esta estrutura, uma característica anti-reflexão, próxima daquela baseada na exposição de feixes eletrônicos, é obtida.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A estrutura olho de mariposa descrita acima é baseada no princípio de que o índice refrativo é mudado escalonado, dispondo-se finos desnivelamentos sobre a superfície e, desse modo, a reflexão é suprimida. Portanto, no caso em que impressões digitais são aderidas à estrutura, deseja-se que as manchas possam ser removidas limpando-se com pano seco. Isto é porque se as manchas, por exemplo, óleo, contidas nas impressões digitais forem preenchidas nas partes côncavas da estrutura olho de mariposa, a reflexão não é suprimida.

Quando impressões digitais são aderidas à estrutura olho de mariposa, manchas são aderidas seguindo o padrão das impressões digitais.

Em seguida, as manchas aderidas penetram dentro das partes côncavas da estrutura, em razão de um fenômeno capilar. Se a limpeza com pano seco for realizada nesse estado, as manchas serão preenchidas simplesmente dentro das partes côncavas e, desse modo, o efeito de supressão de reflexão da
5 estrutura irregular é reduzido, de modo que a refletância aumenta.

A penetração dentro das partes côncavas da estrutura é suprimida até certo ponto revestindo-se a superfície com uma substância de baixa energia de superfície, por exemplo, flúor. Entretanto, a penetração dentro das partes côncavas da estrutura não é evitada limpando-se com pano
10 seco. Isto é em razão da parte côncava da estrutura ser mais fina do que uma fibra usada para a limpeza com pano seco e, portanto, o poder das manchas de permanecer na parte côncava ser maior do que o poder de uma fibra de absorver totalmente as manchas.

Portanto, é desejável prover um elemento óptico capaz de
15 limpar manchas, por exemplo, impressões digitais, e um método para manufaturar o elemento óptico.

Um elemento óptico com uma função anti-reflexão, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, é provido com um substrato, tendo uma superfície e uma pluralidade de estruturas formadas de
20 partes convexas ou partes côncavas, e disposto em grandes quantidades sobre a superfície do substrato com um passo diminuto menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível, em que o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é de 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos, e a relação de alongamento da estrutura é de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos.

Um elemento óptico com uma função anti-reflexão, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, é provido com uma pluralidade de estruturas formadas de partes convexas e dispostas em grandes quantidades com um passo diminuto menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível, em que partes menores das estruturas adjacentes são
25

mutuamente unidas, o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é de 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos, e a relação de alongamento da estrutura é de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos.

Um elemento óptico com uma função anti-reflexão, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, é provido com um substrato, tendo uma superfície e uma pluralidade de estruturas formadas de partes convexas ou partes côncavas e dispostas em grandes quantidades na superfície do substrato com um passo diminuto menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível, em que o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é de 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos, e a relação de alongamento da estrutura é de 0,6 ou mais e 5 ou menos.

Um dispositivo de exibição, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, é provido com qualquer um dos elementos ópticos acima descritos.

Em uma forma de realização da presente invenção, é preferível que estruturas principais sejam periodicamente dispostas no formato de uma treliça tetragonal ou no formato de uma treliça quase tetragonal. Aqui, a treliça tetragonal refere-se a uma treliça no formato de um quadrado. A treliça quase tetragonal refere-se a uma treliça no formato de um quadrado distorcido, diferente da treliça no formato de um quadrado.

Por exemplo, no caso em que as estruturas são dispostas em uma linha reta, a treliça quase tetragonal refere-se a uma treliça tetragonal obtida estirando-se uma treliça no formato de um quadrado na direção do arranjo, no formato da linha reta (direção de pista), a fim de distorcer.

No caso em que as estruturas são dispostas sinuosamente, a treliça quase tetragonal refere-se a uma treliça tetragonal obtida distorcendo-se uma treliça no formato de um quadrado com base no arranjo sinuoso das estruturas. Alternativamente, a treliça quase tetragonal refere-se a uma treliça tetragonal obtida estirando-se uma treliça no formato de um quadrado na

direção do arranjo, no formato da linha reta (direção de pista), a fim de distorcer e, além disso, distorcendo com base no arranjo sinuoso das estruturas.

5 Em uma forma de realização da presente invenção, é preferível que as estruturas sejam periodicamente dispostas no formato de uma treliça hexagonal ou no formato de uma treliça quase hexagonal. Aqui, a treliça hexagonal refere-se a uma treliça no formato de um hexágono regular. A treliça quase hexagonal refere-se a uma treliça no formato de um hexágono regular distorcido diferente da treliça no formato de um hexágono regular.

0 Por exemplo, no caso em que as estruturas são dispostas em uma linha reta, a treliça quase hexagonal refere-se a uma treliça hexagonal obtida estirando-se uma treliça no formato de um hexágono regular na direção do arranjo, no formato da linha reta (direção de pista), a fim de distorcer. No caso em que as estruturas são dispostas sinuosamente, a treliça quase
5 hexagonal refere-se a uma treliça hexagonal obtida distorcendo-se uma treliça no formato de um hexágono regular com base no arranjo sinuoso das estruturas. Alternativamente, a treliça quase hexagonal refere-se a uma treliça hexagonal obtida estirando-se uma treliça no formato de um hexágono regular na direção do arranjo, no formato da linha reta (direção de pista), a fim de
0 distorcer e, além disso, distorcendo com base no arranjo sinuoso das estruturas.

Em formas de realização da presente invenção, uma elipse não inclui somente uma elipse perfeita definida matematicamente, porém também as elipses providas, até certo ponto, com distorção. Um círculo não inclui
5 somente um círculo perfeito (circunferência completa) definido matematicamente, porém também os círculos providos, até certo ponto, com distorção.

Em formas de realização da presente invenção, é preferível que o passo de arranjo P1 das estruturas na mesma pista seja maior do que o

passo de arranjo P2 das estruturas entre duas pistas adjacentes. Consequentemente, o fator enchimento das estruturas, tendo o formato de um cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, é melhorado e, assim, a característica anti-reflexão é melhorada.

5 Nas formas de realização da presente invenção, no caso em que as estruturas individuais formam um padrão de treliça hexagonal ou um padrão de treliça quase hexagonal na superfície do substrato, é preferível que a relação P1/P2 satisfaça a relação representada por $1,00 \leq P1/P2 \leq 1,1$ ou $1,00 < P1/P2 \leq 1,1$, em que o passo de arranjo das estruturas na mesma pista é
0 presumido como sendo P1 e o passo de arranjo das estruturas entre duas pistas adjacentes é presumido como sendo P2. No caso em que a faixa numérica acima descrita é empregada, o fator de enchimento das estruturas, tendo o formato de um cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, é melhorado e, desse modo, a característica anti-reflexão é melhorada.

5 Em formas de realização da presente invenção, no caso em que as estruturas individuais formam um padrão de treliça hexagonal ou um padrão de treliça quase hexagonal na superfície do substrato, é preferível que as estruturas individuais sejam no formato de um cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, que tem uma direção de eixo geométrico maior na direção
0 de extensão da pista, e que sejam formadas de um tal modo que a inclinação da parte central seja mais conformada do que as inclinações da parte de topo e da parte de fundo. No caso em que um tal formato é empregado, a característica anti-reflexão e a característica de transmissão são melhoradas.

Nas formas de realização da presente invenção, no caso em
5 que as estruturas individuais formam um padrão de treliça hexagonal ou um padrão de treliça quase hexagonal na superfície do substrato, é preferível que a altura ou a profundidade das estruturas na direção de extensão da pista seja menor do que a altura ou a profundidade das estruturas na direção das linhas das pistas. No caso em que uma tal relação não é satisfeita, é desejável

aumentar o passo de arranjo na direção de extensão da pista, de modo que o fator enchimento das estruturas na direção de extensão da pista possa ser reduzido. Se o fator enchimento for reduzido, como descrito acima, a degradação da característica anti-reflexão é atraída.

- 5 Nas formas de realização da presente invenção, no caso em que as estruturas formam um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal na superfície do substrato, é preferível que o passo de arranjo P1 das estruturas na mesma pista, seja maior do que o passo de arranjo P2 das estruturas entre duas pistas adjacentes. Consequentemente, o fator
- 0 enchimento das estruturas, tendo o formato de um cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, é melhorado e, desse modo, a característica anti-reflexão é melhorada.

- No caso em que as estruturas formam um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal na superfície do substrato,
- 5 é preferível que a relação $P1/P2$ satisfaça a relação representada por $1,4 < P1/P2 \leq 1,5$, em que o passo de arranjo das estruturas na mesma pista é presumido sendo P1 e o passo de arranjo das estruturas entre duas pistas adjacentes é presumido sendo P2. No caso em que a faixa numérica descrita acima é empregada, o fator enchimento das estruturas, tendo o formato de um
- 0 cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, é melhorado e, desse modo, a característica anti-reflexão é melhorada.

- No caso em que as estruturas individuais formam um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal na superfície do substrato, é preferível que as estruturas individuais sejam no formato de um
- 5 cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, que tem uma principal direção de eixo geométrico na direção de extensão da pista, e que sejam formadas de um tal modo que a inclinação da parte central seja mais conformada do que as inclinações da parte de topo e da parte de fundo. No caso em que um tal formato é empregado, a característica anti-reflexão e a característica de

transmissão são melhoradas.

No caso em que as estruturas formam um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal na superfície do substrato, é preferível que a altura ou a profundidade das estruturas, na direção a 45 graus ou na direção a cerca de 45 graus com relação à pista, seja menor do
5 que a altura ou a profundidade das estruturas na direção das linhas das pistas. No caso em que uma tal relação não seja satisfeita, é desejável aumentar o passo de arranjo na direção a 45 graus ou na direção a cerca de 45 graus com relação à pista, de modo que o fator enchimento das estruturas, na direção a
0 45 graus ou na direção a cerca de 45 graus com relação à pista, seja reduzido. Se o fator enchimento for reduzido, como descrito acima, a degradação da característica de anti-reflexão é atraída.

Nas formas de realização da presente invenção, é preferível que estruturas dispostas em grandes quantidades na superfície do substrato
5 com um passo diminuto constituam uma pluralidade de linhas de pistas e formem um padrão de treliça hexagonal, um padrão de treliça quase hexagonal, um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal entre três linhas de pistas adjacentes. Consequentemente, a densidade de adensamento das estruturas na superfície é aumentada e, desse
0 modo, uma eficiência de anti-reflexão com relação à luz visível é aumentada, de modo que um elemento óptico, tendo uma excelente característica de anti-reflexão e uma elevada transmitância, é obtido.

Em formas de realização da presente invenção, é preferível que o elemento óptico seja produzido usando-se um método baseado na
5 combinação de um estampador de um processo de produção de disco óptico e um processo de cauterização. Um estampador para produzir um elemento óptico é produzido em um curto tempo com eficiência e, além disso, é possível responder ao aumento da dimensão do substrato. Consequentemente, a produtividade do elemento óptico é melhorada. Além disso, no caso em que

o fino arranjo das estruturas não é disposto apenas em uma superfície incidente de luz, porém também em uma superfície emissora de luz, a característica de transmissão pode ser ainda melhorada.

5 Nas formas de realização da presente invenção, o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é especificado como sendo de 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos, e a relação de alongamento da estrutura é especificada como sendo de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos. Portanto, as estruturas são deformadas durante a limpeza e as estruturas adjacentes entram em contato entre si. Consequentemente, as manchas que penetraram
0 entre as estruturas são retiradas.

Como descrito acima, de acordo com formas de realização da presente invenção, as manchas, por exemplo, impressões digitais, aderidas à superfície do elemento óptico, são removidas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

5 A Fig. 1A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma primeira forma de realização da presente invenção, a Fig. 1B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 1A, a Fig. 1C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3... mostrada na
0 Fig. 1B, a Fig. 1D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ... mostrada na Fig. 1B, a Fig. 1E é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da luz laser utilizada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T1, T3, ... mostradas na Fig. 1B, e a Fig. 1F é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da luz
5 laser utilizada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T2, T4, ... mostradas na Fig. 1B;

A Fig. 2 é uma vista em perspectiva aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 1A;

A Fig. 3A é uma vista em seção do elemento óptico mostrado

na Fig. 1A, na direção de extensão da pista, e a Fig. 3B é uma vista em seção do elemento óptico mostrado na Fig. 1A, na direção θ ;

A Fig. 4 é uma vista em perspectiva aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 1A;

5 A Fig. 5 é uma vista em perspectiva aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 1A;

A Fig. 6 é uma vista em perspectiva aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 1A;

10 A Fig. 7 é um diagrama para explicar um método para colocação de um fundo de estrutura no caso em que limites de estruturas não estão claros;

A Fig. 8A a Fig. 8D são diagramas mostrando os formatos de fundo, onde a elipticidade do fundo da estrutura é trocada.

15 A Fig. 9A é um diagrama mostrando um exemplo do arranjo das estruturas, tendo o formato de um cone circular ou o formato de um cone truncado circular, e a Fig. 9B é um diagrama mostrando um exemplo do arranjo das estruturas, tendo o formato de um cone elíptico ou o formato de um cone truncado elíptico;

20 A Fig. 10A é uma vista em perspectiva mostrando um exemplo da configuração de um padrão de rolo para produzir um elemento óptico, e a Fig. 10B é uma vista em planta mostrando um exemplo da configuração de um padrão de rolo para produzir um elemento óptico;

A Fig. 11 é um diagrama esquemático mostrando um exemplo da configuração de um aparelho de exposição de estampador de rolo.

25 A Fig. 12A a Fig. 12C são diagramas em etapas para explicar um método para manufaturar um elemento óptico de acordo com uma primeira forma de realização da presente invenção;

A Fig. 13A a Fig. 13C são diagramas em etapas para explicar o método para manufaturar um elemento óptico de acordo com a primeira

forma de realização da presente invenção;

A Fig. 14A a fig. 14C são diagramas esquemáticos para explicar a remoção no caso em que manchas são aderidas em uma superfície de um elemento óptico;

5 A Fig. 15A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma segunda forma de realização da presente invenção, a Fig. 15B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 15A, a Fig. 15C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3, ... mostrada na
10 Fig. 15B, e a Fig. 15D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ... mostrada na Fig. 15B, a Fig. 15E é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da luz laser utilizada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T1, T3, ... mostradas na Fig. 15B, e a Fig. 15F é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da
15 luz laser utilizada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T2, T4, ... mostradas na Fig. 15B;

A Fig. 16 é um diagrama mostrando os formatos de fundo, onde a elipticidade do fundo da estrutura é mudada.

A Fig. 17A é uma vista em perspectiva mostrando um exemplo
20 da configuração de um padrão de rolo para produzir um elemento óptico e a Fig. 17B é uma vista em planta mostrando um exemplo da configuração de um padrão de rolo para produzir um elemento óptico;

A Fig. 18A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma terceira
25 forma de realização da presente invenção, a Fig. 18B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 18A, a fig. 18C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3, ... mostrada na Fig. 18B, e a Fig. 18D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ... mostrada na Fig. 18B.

A Fig. 19A é uma vista em planta mostrando um exemplo da configuração de um padrão de disco para produzir um elemento óptico e a Fig. 19B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do padrão de disco mostrado na Fig. 19A;

5 A Fig. 20 é um diagrama esquemático mostrando um exemplo da configuração de um aparelho de exposição de estampador de disco;

 A Fig. 21 é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma quarta forma de realização da presente invenção e a Fig. 21B é uma vista em planta
10 aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 21A;

 A Fig. 22A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma quinta forma de realização da presente invenção, a Fig. 22B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 22A, a
15 Fig. 22C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3, ... mostrada na Fig. 22B, e a Fig. 22D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ... mostrada na Fig. 22B;

 A Fig. 23 é uma vista em perspectiva ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 22A;

20 A Fig. 24 é uma vista em seção, mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma sexta forma de realização da presente invenção;

 A Fig. 25 mostra um exemplo da configuração de um dispositivo de exibição de cristal líquido de acordo com uma oitava forma de
25 realização da presente invenção;

 A Fig. 26 mostra um exemplo da configuração de um dispositivo de exibição de cristal líquido de acordo com a nona forma de realização da presente invenção;

 A Fig. 27A é um diagrama para explicar o fator de enchimento

no caso em que estruturas são dispostas no formato de uma treliça hexagonal, e a Fig. 27B é um diagrama para explicar o fator de enchimento no caso em que estruturas são dispostas no formato de uma treliça tetragonal;

5 A Fig. 28 é um gráfico mostrando o resultado da simulação nos exemplos de Teste 3; e

A Fig. 29 é uma vista em seção mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma sétima forma de realização.

0 A Fig. 30A é uma vista em seção mostrando um primeiro exemplo de um elemento óptico de acordo com uma décima forma de realização. A Fig. 30B é uma vista em seção mostrando um segundo exemplo do elemento óptico de acordo com a décima forma de realização. A Fig. 30C é uma vista em seção mostrando um terceiro exemplo do elemento óptico de acordo com a décima forma de realização.

5 A Fig. 31A a Fig. 31C são diagramas esquemáticos para explicar a ação de um elemento óptico flexível.

A Fig. 32A a Fig. 32C são diagramas esquemáticos para explicar a ação de um elemento óptico não flexível.

0 A Fig. 33A é um gráfico mostrando os resultados de um teste de risco de elementos ópticos das Amostras 7-1 a 7-4. A Fig. 33B é um gráfico mostrando os resultados de um teste de risco de elementos ópticos das Amostras 8-2 a 8-6.

5 A Fig. 34A é um gráfico mostrando os resultados de um teste de risco de elementos ópticos das Amostras 9-1 a 9-3. A Fig. 34B é um gráfico mostrando os resultados de um teste de risco de elementos ópticos das Amostras 10-2 a 10-7.

A Fig. 35 é um diagrama esquemático para explicar a condição de colocação de uma película óptica para simulação.

A Fig. 36A é um gráfico mostrando os resultados da simulação

nos Exemplos de teste 3-1 a 3-10. A Fig. 36B é um gráfico mostrando os resultados da simulação nos Exemplos de teste 4-1 a 4-4, Exemplos de teste 5-1 a 5-4 e Exemplos de teste 6-1 a 6-4.

5 A Fig. 37 é um diagrama esquemático para explicar a condição de colocação de uma película óptica para simulação.

A Fig. 38A é um diagrama mostrando os resultados da simulação no Exemplo de teste 8. A Fig. 38B é um gráfico mostrando os resultados da simulação no Exemplo de teste 9.

10 A Fig. 39 é um gráfico mostrando os resultados da simulação nos Exemplos de teste 10-1 a 10-8.

DESCRIÇÃO DAS FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

15 A presente invenção destina-se aos problemas acima descritos e a outros problemas associados com a arte relacionada. Um resumo deles será descrito abaixo.

Os inventores atuais reconheceram que no caso em que um material para formar estruturas foi provido com elasticidade, as estruturas foram deformadas durante a limpeza, as manchas que penetraram entre as estruturas foram retiradas e substâncias tendo um ângulo de contato de, por exemplo, 90 graus ou menos, com relação a uma película plana, foram capazes de ser removidas.

20 A fim de que as manchas que penetraram entre as estruturas sejam retiradas através de deformação, é desejável que estruturas adjacentes entrem em contato entre si. A fim de que as estruturas sejam deformadas e os espaços entre as estruturas sejam eliminados, a elasticidade do material, para formar as estruturas, e a relação de alongamento da estrutura são importantes. Então, os inventores atuais reconheceram, com base nos experimentos, que as manchas foram removidas quando o módulo de elasticidade e a relação de alongamento estavam dentro de faixas predeterminadas.

No caso em que a deformação das estruturas é considerada como sendo desejável, acredita-se que mesmo um material tendo elevado módulo de elasticidade pode ser removido aumentando-se a pressão durante a limpeza, em teoria. Entretanto, no caso em que o material tem fraca elasticidade, se a limpeza for realizada com uma pressão suficiente para deformar as estruturas, as estruturas podem ser quebradas ou sofrerem deformação plástica. Como resultado, a refletância após a limpeza torna-se maior do que a refletância antes da adesão de impressões digitais.

Na presente invenção, a frase “limpeza com pano seco é realizada” refere-se àquela quando manchas são removidas por um método de limpeza comum, a refletância antes da adesão de impressões digitais combina-se ou quase se combina com a refletância após a limpeza das impressões digitais.

As formas de realização de acordo com a presente invenção serão descritas na seguinte ordem com referência aos desenhos.

1. Primeira forma de realização (exemplo de arranjo bidimensional de estruturas no formato de uma linha reta e, além disso, o formato de uma treliça hexagonal: refere-se à Fig. 1).

2. Segunda forma de realização (exemplo de arranjo bidimensional de estruturas no formato de uma linha reta e, além disso, no formato de uma treliça tetragonal: refere-se à Fig. 15).

3. Terceira forma de realização (exemplo de arranjo bidimensional de estruturas no formato de um arco e, além disso, o formato de uma treliça tetragonal: refere-se à Fig. 18).

4. Quarta forma de realização (exemplo de arranjo sinuoso de estruturas: refere-se à Fig. 21).

5. Quinta forma de realização (exemplo de formação de estruturas côncavas na superfície do substrato: refere-se à Fig. 22).

6. Sexta forma de realização (exemplo de disposição de

camada de superfície tratada: refere-se à Fig. 24).

7. Sétima forma de realização (exemplo de elemento óptico sem substrato: refere-se à Fig. 29).

8. Oitava forma de realização (primeiro exemplo de aplicação para dispositivo de exibição: refere-se à Fig. 25).

9. Nona forma de realização (segundo exemplo de aplicação para dispositivo de exibição: refere-se à Fig. 26).

10. Décima forma de realização (exemplo em que tanto o substrato como a estrutura têm flexibilidade).

0 1. Primeira forma de realização

Configuração do elemento óptico

A Fig. 1A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma primeira forma de realização da presente invenção. A Fig. 1B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 1A. A Fig. 1C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3, ... mostrada na Fig. 1B. A Fig. 1D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ... mostrada na Fig. 1B. A Fig. 1E é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da luz laser, usada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T1, T3, ... mostradas na Fig. 1B. A Fig. 1F é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da luz laser, usada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T2, T4, ... mostradas na Fig. 1B. A Fig. 2 e Fig. 4 a Fig. 6 são vistas em perspectiva aumentadas ilustrando uma parte do elemento óptico 1 mostrado na Fig. 1A. A Fig. 3A é uma vista em seção do elemento óptico mostrado na Fig. 1A, na direção de extensão de pista (direção X (a seguir pode ser referida apropriadamente como uma direção de pista)). A Fig. 3B é uma vista em seção do elemento óptico mostrado na Fig. 1A, na direção θ .

Um elemento óptico 1 é, por exemplo, uma lâmina óptica

tendo um efeito anti-reflexão de acordo com o ângulo incidente da luz incidente (estrutura de sub-comprimento de onda). Este elemento óptico 1 é favoravelmente aplicado ao aparelho óptico tendo várias faixas de comprimento de onda (por exemplo, aparelhos ópticos, por exemplo, câmaras) e vários dispositivos ópticos, por exemplo, displays, optoeletrônicos e telescópios.

O elemento óptico 1 é provido com um substrato 2, tendo uma superfície principal e uma pluralidade de estruturas 3, que são partes convexas e que estão dispostas na superfície principal com um passo diminuto menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz, onde a redução na reflexão da luz é pretendida. Este elemento óptico 1 tem uma função para evitar a reflexão da luz de passar através do substrato 2 na direção $-Z$, mostrada na Fig. 2, da interface entre as estruturas 3 e o ar circundante.

O substrato 2 e as estruturas 3, que são providas no elemento óptico 1, serão sequencialmente descritas abaixo.

(Substrato)

O substrato 2 é, por exemplo, um substrato transparente tendo transparência. Exemplos de materiais para o substrato 2 incluem materiais contendo resinas sintéticas transparentes, por exemplo, policarbonato (PC) e polietileno tereftalato (PET), vidro e similares como componentes primários, embora não especificamente limitados a estes materiais. Exemplos de formatos do substrato 2 incluem o formato de uma lâmina, o formato de uma placa e o formato de um bloco, embora não especificamente limitados a estes formatos. Aqui, é definido que a lâmina inclui uma película. É preferível que o formato do substrato 2 seja selecionado apropriadamente, de acordo com os formatos das partes que têm uma função anti-reflexão predeterminada nos aparelhos ópticos, por exemplo, câmaras.

(Estruturas)

As estruturas 3 formadas de partes convexas são dispostas em

grandes quantidades em uma superfície do substrato 2. Estas estruturas 3 são periodicamente bidimensionalmente dispostas com um curto passo, menor do que ou igual à faixa de comprimento de onda da luz, em que a redução na reflexão da luz é pretendida, por exemplo, com o mesmo nível de passo de arranjo que o comprimento de onda da luz visível. Aqui, o passo de arranjo refere-se a um passo de arranjo P1 e um passo de arranjo P2. A faixa de comprimento de onda da luz, em que a redução na reflexão da luz é pretendida, é a faixa de comprimento de onda da luz ultravioleta, a faixa de comprimento de onda da luz visível, a faixa de comprimento de onda da luz infravermelha, ou similares. Aqui, a faixa de comprimento de onda da luz ultravioleta refere-se à faixa de comprimento de onda de 10 nm a 360 nm, a faixa de comprimento de onda da luz visível refere-se à faixa de comprimento de onda de 360 nm a 830 nm, e a faixa de comprimento de onda da luz infravermelha refere-se à faixa de comprimento de onda de 830 nm a 1 mm. Especificamente, é preferível que o passo de arranjo seja de 175 nm ou mais e 350 nm ou menos. Se o passo de arranjo for menor do que 175 nm, a produção das estruturas 3 tende a tornar-se difícil. Por outro lado, se o passo de arranjo exceder 350 nm, a difração da luz visível tende a ocorrer.

As estruturas individuais 3 do elemento óptico 1 têm uma forma de arranjo constituindo uma pluralidade de pistas T1, T2, T3, ... (a seguir podem ser genericamente referidas como “pista T”) na superfície do substrato 2. Na presente invenção, as pistas referem-se a uma parte em que as estruturas 3 são alinhadas, embora sendo alinhadas no formato de uma linha reta. Além disso, a direção das linhas refere-se a uma direção ortogonal à direção de extensão da pista (direção X) em uma superfície de formação do substrato 2.

As estruturas 3 são dispostas de tal modo que as posições em duas pistas adjacentes T são deslocadas meio passo em relação entre si. Especificamente, referindo-se à duas pistas adjacentes T, as estruturas 3 de

uma pista (por exemplo, T2) são dispostas em posições do ponto central (posições deslocadas meio passo) das estruturas 3 dispostas na outra pista (por exemplo, T1). Como resultado, como mostrado na Fig. 1B, com referência às três linhas adjacentes das pistas (T1 a T3), as estruturas 3 são dispostas de um tal modo como para formar um padrão de treliça hexagonal ou um padrão de treliça quase hexagonal, em que os centros das estruturas 3 são localizados em pontos individuais a1 até a7. Na presente primeira forma de realização, o padrão de treliça hexagonal refere-se a um padrão de treliça no formato de um hexágono regular. Além disso, o padrão de treliça quase hexagonal é diferente do padrão de treliça no formato de um hexágono regular e refere-se a um padrão de treliça hexagonal estirado em uma direção de extensão da pista (direção do eixo geométrico X), a fim de distorcer.

No caso em que as estruturas 3 são dispostas de um tal modo como para formar um padrão de treliça quase hexagonal, como mostrado na Fig. 1B, é preferível que o passo de arranjo P1 (a distância entre a1 e a2) das estruturas 3 na mesma pista (por exemplo, T1) seja maior do que o passo de arranjo das estruturas 3 nas duas pistas adjacentes (por exemplo, pistas T1 e T2), isto é, o passo de arranjo P2 (por exemplo, a distância entre a1 e a7, a2 e a7) das estruturas 3 nas direções $\pm\theta$ com relação à direção de extensão da pista. Torna-se possível melhorar mais a densidade de adensamento das estruturas 3 arranjando-se as estruturas 3 como descrito acima.

É preferível que a estrutura 3 tenha o formato de um cone, ou o formato de um cone em que o formato de um cone é estirado ou contraído na direção de pista, do ponto de vista de fácil formação. É preferível que a estrutura 3 tenha o formato de um cone assimétrico, ou o formato de um cone em que o formato de um cone é estirado ou contraído na direção de pista. No caso em que estruturas adjacentes 3 são unidas, é preferível que a estrutura 3 tenha o formato de um cone assimétrico ou o formato de um cone, em que o formato de um cone é estirado ou contraído na direção de pista, exceto na

menor parte unida à estrutura adjacente 3. Exemplos dos formatos de um cone incluem o formato de um cone circular, o formato de um cone truncado circular, o formato de um cone elíptico, o formato de um cone truncado elíptico, o formato de uma pirâmide (por exemplo, o formato de uma pirâmide de três lados, o formato de uma pirâmide de quatro lados e o formato de uma pirâmide de cinco lados) e o formato de uma pirâmide truncada. Aqui, como descrito acima, o formato de um cone é um conceito incluindo o formato de um cone elíptico, o formato de um cone truncado elíptico e o formato de uma pirâmide truncada além do formato de um cone circular, o formato de um cone truncado circular e o formato de uma pirâmide. A este respeito, o formato de um cone truncado circular refere-se ao formato em que a parte de topo do formato de um cone circular foi cortada, e o formato de um cone truncado elíptico refere-se ao formato em que a parte de topo do formato de um cone elíptico foi cortada. O formato de uma pirâmide truncada refere-se ao formato em que a parte de topo do formato de uma pirâmide foi cortada. Além disso, o formato da estrutura 3 não é limitado aos formatos acima descritos, e os formatos, por exemplo, o formato de uma agulha, o formato de uma coluna circular, o formato de um domo e o formato de uma tenda, podem ser adotados. Aqui, o formato de uma tenda refere-se ao formato em que uma superfície cônica de uma pirâmide ou uma pirâmide truncada é concavamente denteada.

Como mostrado na Fig. 2 e Fig. 4, é preferível que a estrutura 3 seja no formato de um cone elíptico, em que o fundo é no formato de uma elipse, um formato oval ou um formato ovóide tendo um eixo geométrico maior e um eixo geométrico menor, e a parte de topo seja uma superfície curvada. Alternativamente, como mostrado na Fig. 5, um cone truncado elíptico, em que o fundo é no formato de uma elipse, um formato oval ou um formato ovóide tendo um eixo geométrico maior e um eixo geométrico menor, e a parte de topo é plana, é preferível. Isto é porque no caso em que os

formatos acima descritos são empregados, o fator de enchimento na direção das linhas pode ser melhorado.

Do ponto de vista de uma melhoria na característica de reflexão, o formato de um cone, em que a inclinação da parte de topo é suave e a inclinação torna-se pronunciada gradualmente na parte central para a parte de fundo (refere-se à Fig. 4), é preferível. Alternativamente, do ponto de vista de melhorias da característica de reflexão e da característica de transmissão, um formato de cone em que a inclinação da parte central é mais conformada do que as inclinações da parte de fundo e da parte de topo (refere-se à Fig. 2), ou o formato de um cone em que a parte de topo é plana (refere-se à Fig. 5), é preferível. No caso em que a estrutura 3 tem o formato de um cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, é preferível que a direção do eixo geométrico maior do seu fundo torne-se paralela à direção de extensão da pista. Na Fig. 2 e similares, as estruturas individuais 3 têm o mesmo formato. Entretanto, o formato da estrutura 3 não é limitado a este. As estruturas 3, em pelo menos dois tipos de formatos, podem ser formadas na superfície do substrato. Além disso, as estruturas 3 podem ser formadas integralmente com o substrato 2.

Além disso, como mostrado na Fig. 2 e Fig. 4 a Fig. 6, é preferível que partes projetadas 4 sejam dispostas como uma parte de ou de toda a circunferência das estruturas 3. Isto é porque a refletância é controlada em um nível baixo, empregando-se a maneira descrita acima, mesmo no caso em que o fator de enchimento das estruturas 3 é baixo. Especificamente, como mostrado na Fig. 2, Fig. 4 e Fig. 5, as partes projetadas 4 são dispostas entre estruturas adjacentes 3. Alternativamente, como mostrado na Fig. 6, as partes projetadas reduzidas 4 podem ser dispostas como uma parte ou toda a circunferência das estruturas 3. A parte projetada mais delgada 4 é estendida, por exemplo, da parte de topo da estrutura 3 para a parte inferior. Exemplos de formatos de seção da parte projetada 4 incluem o formato de um triângulo e o formato de um tetragono, embora não especificamente limitados a estes

formatos. O formato é selecionado em razão da fácil formação e similares. Além disso, a superfície de uma parte ou de toda a circunferência das estruturas 3 pode ser asperizada, a fim de formar fino desnivelamento. Especificamente, por exemplo, as superfícies de estruturas adjacentes 3
5 podem ser asperizadas, a fim de formar fino desnivelamento. Alternativamente, pequenos furos podem ser formados nas superfícies, por exemplo, nas partes de topo, das estruturas 3.

As estruturas 3 não são limitadas aos formatos convexos mostrados no desenho e podem ser formadas de partes côncavas dispostas na
10 superfície do substrato 2. A altura da estrutura 3 não é especificamente limitada e é, por exemplo, cerca de 420 nm e, especificamente, 415 nm a 421 nm. A este respeito, no caso em que as estruturas 3 têm formatos côncavos, a profundidade das estruturas 3 está envolvida.

É preferível que a altura H1 das estruturas 3, na direção de
15 extensão da pista, seja menor do que a altura H2 das estruturas 3 na direção das linhas. Isto é, é preferível que as alturas H1 e H2 das estruturas 3 satisfaçam a relação representada por $H1 < H2$. Isto é porque se as estruturas 3 forem dispostas de um tal modo para satisfazer a relação representada por $H1 \geq H2$, torna-se necessário aumentar o passo de arranjo P1 na direção de
20 extensão da pista, de modo que o fator de enchimento das estruturas 3 na direção de extensão da pista seja reduzido. Se o fator de enchimento for reduzido, como descrito acima, a degradação da característica de anti-reflexão é atraída.

A este respeito, as relações de alongamento das estruturas 3
25 não são tipicamente as mesmas em todos os casos. As estruturas individuais 3 podem ser configuradas para ter certa distribuição de altura (por exemplo, a relação de alongamento dentro da faixa de cerca de 0,83 a 1,46). A dependência de comprimento de onda na característica de reflexão pode ser reduzida dispondo-se as estruturas 3 tendo a distribuição de altura.

Consequentemente, o elemento óptico 1, tendo excelente característica de anti-reflexão, pode ser realizado.

Aqui, a distribuição de altura refere-se àquela das estruturas 3 tendo pelo menos dois tipos de alturas (profundidades) sendo dispostas na superfície do substrato 2. Isto é, refere-se àquelas estruturas 3 tendo a altura servindo como referência e às estruturas 3 tendo diferentes alturas, a partir da altura das estruturas acima descritas 3 sendo dispostas na superfície do substrato 2. Por exemplo, as estruturas 3 tendo as diferentes alturas da referência são periódica ou aperiodicamente (aleatoriamente) dispostas na superfície do substrato 2. Os exemplos de direções de periodicidade incluem a direção de extensão da pista e a direção das linhas.

É preferível que uma parte da cauda 3a seja disposta na parte de circunferência da estrutura 3. Isto é porque na etapa de fabricação do elemento óptico, o elemento óptico é facilmente descascado de um molde ou similar. Aqui, a parte de cauda 3a refere-se a uma parte projetada disposta na parte de circunferência da parte de fundo da estrutura 3. Do ponto de vista da característica de descascamento descrita acima, é preferível que a parte de cauda 3a tenha uma superfície curvada, cuja a altura é gradualmente reduzida a partir da parte de topo da estrutura 3 para a parte inferior. A este respeito, a parte de cauda 3a pode ser disposta em simplesmente uma parte da parte de circunferência da estrutura 3. Entretanto, do ponto de vista da melhoria da característica de descascamento acima descrita, é preferível que a parte de cauda 3a seja disposta em toda a parte de circunferência da estrutura 3. Além disso, no caso em que a estrutura 3 é uma parte côncava, a parte de cauda é uma superfície curvada disposta no perímetro de abertura da parte côncava servindo como a estrutura 3.

A altura (profundidade) da estrutura 3 não é especificamente limitada e é ajustada apropriadamente de acordo com a região de comprimento de onda da luz a ser transmitida. A altura é ajustada dentro da

faixa de, por exemplo, cerca de 236 nm a 450 nm. A relação de alongamento (altura/passo de arranjo) da estrutura 3 está dentro da faixa de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos, preferivelmente, 0,81 ou mais e 1,46 ou menos e, mais preferivelmente, 0,94 ou mais e 1,28 ou menos. O motivo é que se a relação de alongamento for menor do que 0,6, a característica de reflexão e a característica de transmissão tendem a ser reduzidas, e se 1,5 for excedido, a característica de descascamento da estrutura 3 tende a ser reduzida na produção do elemento óptico e uma duplicata de uma réplica tende a tornar-se difícil de remover claramente.

Além disso, é preferível que a relação de alongamento da estrutura 3 seja ajustada dentro da faixa de 0,94 a 1,46, do ponto de vista de uma outra melhoria da característica de reflexão. Além disso, é preferível que a relação de alongamento da estrutura 3 seja ajustada dentro da faixa de 0,81 a 1,28, do ponto de vista de uma outra melhoria da característica de transmissão.

Além disso, a relação de alongamento (altura/passo de arranjo) da estrutura 3 está dentro da faixa de preferivelmente 0,6 ou mais e 5 ou menos e, mais preferivelmente, 0,6 ou mais e 4 ou menos. Se a relação de alongamento for menor do que 0,6, a característica de reflexão e a característica de transmissão tendem a ser reduzidas. Por outro lado, se 5 for excedido, a capacidade de transferir tende a ser reduzida, mesmo quando um tratamento para melhorar a propriedade de liberação de molde é realizada, por exemplo, submetendo-se um estampador para revestimento de flúor e adicionando-se um aditivo baseado em silicone, um aditivo baseado em flúor, ou similares, a uma resina de transferência. A este respeito, no caso em que a relação de alongamento excede 4, a refletância luminosa não é mudada para um grande grau. Portanto, é preferível que a relação de alongamento seja especificada como sendo de 4 ou menos, considerando-se tanto uma melhoria na refletância luminosa como na fácil liberação de molde.

O módulo de elasticidade do material formando as estruturas 3 é de 1 MPa ou mais e de 1.200 MPa ou menos. Se o módulo de elasticidade for menor do que 1 MPa, em uma etapa de transferência, as estruturas adjacentes são aderidas entre si, o formato das estruturas 3 torna-se um formato diferente do formato desejado e, portanto, uma característica de reflexão desejada não é obtida. Se 1.200 MPa for excedido, estruturas adjacentes não entram em contato facilmente entre si durante a limpeza, de modo que manchas e similares que penetraram entre as estruturas não são retiradas.

Desse modo, a relação de alongamento da presente invenção é definida pela seguinte fórmula (1).

$$\text{relação de alongamento} = H/P \quad (1)$$

em que, H: altura da estrutura, P: passo de arranjo médio (período médio)

Aqui, o passo de arranjo médio P é definido pela seguinte fórmula (2):

$$\text{passo de arranjo médio } P = (P1 + P2 + P2) / 3 \quad (2)$$

em que, P1: passo de arranjo na direção de extensão da pista (período na direção de extensão da pista), P2: passo de arranjo na direção $\pm\theta$ (em que, $\theta = 60^\circ - \delta$, aqui, δ é preferivelmente $0^\circ < \delta \leq 11^\circ$ e, mais preferivelmente, $3^\circ \leq \delta \leq 6^\circ$) com relação à direção de extensão da pista (período na direção θ).

A este respeito, a altura H das estruturas 3 é presumida como sendo a altura da direção das linhas das estruturas 3. A altura das estruturas 3, na direção de extensão da pista (direção X), é menor do que a altura na direção das linhas (direção Y), e as alturas das estruturas 3 das outras partes, que não a direção de extensão da pista, são quase as mesmas que a altura da direção das linhas. Portanto, a altura da estrutura do sub-comprimento de onda é representada pela altura da direção das linhas. Entretanto, no caso em

que as estruturas 3 são partes côncavas, a altura H da estrutura, na fórmula acima descrita (1), é especificada como sendo a profundidade H da estrutura.

É preferível que a relação $P1/P2$ satisfaça a relação representada por $1,00 \leq P1/P2 \leq 1,1$ ou $1,00 < P1/P2 \leq 1,1$, em que o passo de arranjo das estruturas 3 na mesma pista é presumido como sendo P1 e o passo de arranjo das estrutura 3 entre duas pistas adjacentes é presumido como sendo P2. No caso em que a faixa numérica acima descrita é empregada, o fator de enchimento das estruturas 3, tendo o formato de um cone elíptico ou um cone truncado elíptico, é melhorado e, portanto, a característica anti-reflexão é melhorada.

O fator de enchimento das estruturas 3 na superfície do substrato é dentro da faixa de 65 % ou mais, preferivelmente 73 % ou mais e, mais preferivelmente, 86 % ou mais, em que o limite superior é de 100 %. No caso em que o fator de enchimento é especificado como estando dentro da faixa acima descrita, a característica anti-reflexão é melhorada. A fim de melhorar o fator de enchimento, é preferível que partes inferiores das estruturas adjacentes 3 sejam mutuamente unidas ou que distorção seja dada às estruturas 3 através de ajuste da elipsiticidade no fundo da estrutura e similares.

Aqui, o fator de enchimento (fator de enchimento médio) das estruturas 3 é um valor determinado como descrito abaixo.

Inicialmente, uma fotografia da superfície do elemento óptico 1 é tirada usando-se um microscópio eletrônico de varredura (SEM) em Vista de Topo. Subsequentemente, uma unidade de treliça Uc é selecionada aleatoriamente pela fotografia SEM resultante e o passo de arranjo P1 das unidades de treliça Uc e o passo de pista Tp são medidos (referem-se à Fig. 1B). Além disso, a área S, do fundo da estrutura 3 localizada no centro da unidade de treliça Uc, é medida com base no processamento de imagem. Em seguida, o fator de enchimento é determinado usando-se o passo de arranjo

P1, o passo de pista Tp e a área S do fundo, medidos com base na seguinte fórmula (3).

$$\text{fator de enchimento} = (S (\text{hex.}) / S (\text{unidade}) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{área de unidade de treliça: } S (\text{unidade}) = P1 \times 2Tp$$

$$\text{área de fundo da estrutura presente na unidade de treliça: } S (\text{hex.}) = 2S$$

O processamento acima descrito para calcular o fator de enchimento é realizado com respeito a 10 unidades de treliça selecionadas aleatoriamente pela fotografia SEM resultante. Em seguida, os valores de
5 medição são simplesmente calculados (média aritmética), a fim de determinar o fator médio dos fatores de enchimento, e este é presumido como sendo o fator de enchimento das estruturas 3 na superfície do substrato.

Com referência ao fator de enchimento no caso em que as
10 estruturas 3 são sobrepostas ou estruturas auxiliares, por exemplo, partes projetadas 4, estão presentes entre as estruturas 3, o fator de enchimento pode ser determinado por um método em que uma parte, correspondendo a 5 % da altura relativa à altura da estrutura 3, é presumida como sendo um valor limiar e, desse modo, a relação de área é decidida.

15 A Fig. 7 é um diagrama para explicar um método para calcular um fator de enchimento no caso em que os limites das estruturas 3 não estão claros. No caso em que os limites das estruturas 3 não estão claros, como mostrado na Fig. 7, uma parte correspondendo a 5 % da altura h (= (d/h) x 100) da estrutura 3, presume-se que seja um valor limiar com base na
20 observação SEM de uma seção transversal, o diâmetro da estrutura 3 é convertido àquela altura d e o fator de enchimento é determinado. No caso em que o fundo da estrutura 3 é elíptico, o mesmo processamento é realizado com relação ao eixo geométrico maior e ao eixo geométrico menor.

As Figuras 8A e 8D são diagramas mostrando os formatos de
25 fundo, em que a elipseticidade do fundo da estrutura 3 é mudada. As elipseticidades das elipses mostradas na Fig. 8A a Fig. 8D são de 100%,

110 %, 120 % e 141 %, respectivamente. O fator de enchimento das estruturas 3 na superfície do substrato pode ser trocado mudando-se a elipseticidade, como descrito acima. No caso em que as estruturas 3 constituem um padrão de treliça quase hexagonal, é preferível que a elipseticidade e do fundo da estrutura satisfaça $100 \% < e < 150 \%$. Isto é porque o fator de enchimento das estruturas é melhorado e uma excelente característica anti-reflexão é obtida empregando-se a faixa acima descrita.

Aqui, a elipseticidade e é definida como $(a/b) \times 100$, em que o diâmetro de fundo da estrutura na direção de pista (direção X) é presumido ser a , e o diâmetro da direção das linhas (direção Y), que é ortogonal à direção de pista, é presumido ser b . A este respeito, os diâmetros a e b da estrutura 3 são valores determinados como descrito abaixo. Uma fotografia da superfície do elemento óptico 1 é dada usando-se um microscópio eletrônico de varredura (SEM) em Vista de Topo, e 10 estruturas 3 são recolhidas aleatoriamente pela fotografia SEM resultante. Subsequentemente, os diâmetros a e b , dos fundos das estruturas 3 individuais recolhidas, são medidos. Em seguida, os valores de medição individuais a e b são simplesmente a média calculada (média aritmética), a fim de determinar os valores médios dos diâmetros a e b . Estes são presumidos como sendo os diâmetros a e b das estruturas 3.

A Fig. 9A mostra um exemplo do arranjo das estruturas 3, tendo o formato de um cone circular ou o formato de um cone truncado circular. A Fig. 9B mostra um exemplo do arranjo das estruturas 3, tendo o formato de um cone elíptico ou o formato de um cone truncado elíptico. Como mostrado na Fig. 9A e Fig. 9B, é preferível que as estruturas 3 sejam unidas de tal modo que suas partes inferiores sejam sobrepostas entre si. Especificamente, é preferível que uma parte inferior de uma estrutura 3 seja unida a uma parte ou em todas as partes inferiores das estruturas 3 da relação de serem adjacentes entre si. Mais especificamente, é preferível que partes

inferiores das estruturas 3 sejam mutuamente unidas na direção de pista, na direção θ , ou em ambas daquelas direções. Na Fig. 9A e Fig. 9B, são mostrados exemplos, em que todas as partes inferiores das estruturas 3 da relação de serem adjacentes entre si são unidas. O fator de enchimento das estruturas 3 é melhorado unindo-se as estruturas 3, como descrito acima. É preferível que a quarta parte ou menos das estruturas, em um valor máximo do comprimento de trajeto óptico, considerando-se o índice refrativo da faixa de comprimento de onda da luz em uma base de ambiente de uso, sejam mutuamente unidas. Consequentemente, uma característica anti-reflexão excelente é obtida.

Como mostrado na Fig. 9B, no caso em que partes inferiores das estruturas 3 tendo o formato de um cone elíptico ou o formato de um cone truncado elíptico são mutuamente unidas, por exemplo, a altura da parte unida é reduzida na ordem das partes unidas a, b e c.

A relação $((2r/P1) \times 100)$ do diâmetro $2r$ para o passo de arranjo $P1$ é de 85 % ou mais, preferivelmente 90 % ou mais e, mais preferivelmente, 95 % ou mais. Isto é porque o fator de enchimento das estruturas 3 é melhorado e uma característica anti-reflexão é melhorada empregando-se a faixa acima descrita. Se a relação $((2r/P1) \times 100)$ aumentar e a sobreposição das estruturas 3 aumentar excessivamente, a característica anti-reflexão tende a ser degradada. Portanto, é preferível ajustar o valor limite superior da relação $((2r/P1) \times 100)$ de tal maneira que as partes de um quarto ou menos das estruturas, em um valor máximo de comprimento de trajeto óptico, considerando-se o índice refrativo na faixa de comprimento de onda da luz em uma base de ambiente de uso, sejam mutuamente unidas. Aqui, o passo de arranjo $P1$ é o passo de arranjo das estruturas 3 na direção de pista e o diâmetro $2r$ é o diâmetro de fundo da estrutura na direção de pista. A este respeito, no caso em que o fundo da estrutura é no formato de um círculo, o diâmetro $2r$ refere-se a um diâmetro, e no caso em que o fundo da estrutura

é no formato de uma elipse, o diâmetro $2r$ refere-se a um eixo geométrico maior.

Configuração de padrão de rolo

A Fig. 10 mostra um exemplo da configuração de um padrão de rolo para produzir um elemento óptico tendo a configuração acima descrita. Como mostrado na Fig. 10, um padrão de rolo 11 tem uma configuração, em que, por exemplo, estruturas 13 formadas de partes côncavas são dispostas em grandes quantidades na superfície de um estampador 12 com o mesmo nível de passo que o comprimento de onda de luz, por exemplo, a luz visível. O estampador 12 tem o formato de uma coluna circular ou de um cilindro circular. Quanto ao material para o estampador 12, por exemplo, vidro pode ser utilizado, embora não especificamente limitado a este material. Um aparelho expondo padrão de rolo, como descrito mais tarde, é utilizado, os padrões bidimensionais são ligados espacialmente, um sinal formatador de inversão de polaridade e um controlador de rotação de um aparelho de gravação são sincronizados para gerar um sinal em uma base de pista, e a padronização é realizada em CAV com um passo de alimentação apropriado. Consequentemente, um padrão de treliça hexagonal ou um padrão de treliça quase hexagonal é gravado. Um padrão de treliça com uma frequência espacial uniforme é formado em uma região de gravação desejada, ajustando-se a frequência do sinal formatador de inversão de polaridade e o número de revoluções do rolo apropriadamente.

Método para manufaturar elemento óptico

Em seguida, um método para manufaturar um elemento óptico tendo a configuração acima descrita será descrito com referência à Fig. 11 a Fig. 13C.

O método para manufaturar um elemento óptico de acordo com a primeira forma de realização inclui uma etapa de formação de película de resistência, para formar uma camada de resistência em um estampador,

uma etapa de exposição, para formar uma imagem latente de um padrão de olho de mariposa sobre a camada de resistência, usando-se um aparelho de exposição de estampador de rolo, e uma etapa de desenvolvimento, para desenvolver a camada de resistência provida com a imagem latente. Além disso, são incluídas uma etapa de cauterização, para produzir um padrão de rolo empregando-se cauterização de plasma, e uma etapa em duplicata, para produzir um substrato duplicado de uma resina curável por ultravioleta.

(Configuração de aparelho de exposição)

Inicialmente, a configuração de um aparelho de exposição de estampador de rolo utilizado para a etapa de exposição do padrão de olho de mariposa, será descrita com referência à Fig. 11. Este aparelho de exposição de estampador de rolo é formado com base em um aparelho de gravação de disco óptico.

Uma fonte de luz laser 21 é uma fonte de luz para expor uma resistência aplicada como uma película à superfície do estampador 12 servindo como um meio de gravação e é para ativar a luz laser de gravação 15 com um comprimento de onda $\lambda = 266$ nm, por exemplo. A luz laser 15, emitida da fonte de luz laser 21, move-se em uma linha reta, enquanto estando no estado de um feixe colimado, e entra em um modulador eletro-óptico (EOM) 22. A luz laser 15 passada através do modulador eletro-óptico 22 é refletida em um espelho 23 e é conduzida para um sistema óptico de modulação 25.

O espelho 23 é formado de um divisor de feixes de polarização e tem a função de refletir um componente polarizado e transmitir o outro componente polarizado. O componente polarizado passado através do espelho 23 é recebido com um fotodiodo 24 e o modulador eletro-óptico 22 é controlado com base no sinal de luz recebido, de modo que a modulação de fase da luz laser 15 é realizada.

No sistema óptico de modulação 25, a luz laser 15 é

condensada em um modulador acústico-óptico (AOM) 27, composto de vidro (SiO_2) ou similares, com uma lente condensadora 26. A luz laser 15 é submetida à modulação de intensidade com o modulador acústico-óptico 27, a fim de divergir e, em seguida, ser convertida em um feixe colimado com uma lente colimadora 28. A luz laser 15 emitida pelo sistema óptico de modulação é refletida em um espelho 31 e é conduzida em um sistema de mesa óptico móvel 32 horizontalmente e em paralelo.

O sistema de mesa óptico móvel 32 é provido com um expensor de feixes 33 e uma lente objetiva 34. A luz laser 15, conduzida para o sistema de mesa óptico móvel 32, é conformada em um formato de feixe desejado com o expensor de feixes 33 e, em seguida, é aplicada à camada de resistência do estampador 12 através da lente objetiva 34. O estampador 12 é colocado em uma mesa giratória 36 conectada a um motor de eixo 35. Em seguida, a luz laser 15 é aplicada à camada de resistência intermitentemente, enquanto o estampador 12 é girado e, além disso, a luz laser 15 é movida na direção da altura do estampador 12, de modo que uma etapa de exposição da camada de resistência seja realizada. A imagem latente formada tem o formato de quase uma elipse, tendo um eixo geométrico maior na direção circunferencial. O movimento da luz laser 15 é realizado pelo movimento do sistema de mesa óptico móvel 32 na direção indicada por uma seta R.

O aparelho de exposição é provido com um mecanismo de controle 37, para formar uma imagem latente correspondendo ao padrão bidimensional da treliça hexagonal ou da treliça quase hexagonal, mostrada na Fig. 1B, sobre a camada de resistência. O mecanismo de controle 37 é provido com um formatador 29 e um acionador 30. O formatador 29 é provido com uma parte de inversão de polaridade. Esta parte de inversão de polaridade controla a distribuição de aplicação da luz laser 15 à camada de resistência. O acionador 30 recebe a produção da parte de inversão de polaridade e controla o modulador acústico-óptico 27.

Neste aparelho de exposição de estampador de rolo, um sinal formatador de inversão de polaridade e um controlador de rotação do aparelho de gravação são sincronizados para gerar um sinal, e a modulação de intensidade é realizada com o modulador acústico-óptico 27 em uma base de

5 pista de um tal modo que os padrões bidimensionais sejam espacialmente ligados. A treliça hexagonal ou treliça quase hexagonal pode ser gravada realizando-se padronização em uma velocidade angular constante (CAV) e o número apropriado de revoluções com uma frequência de modulação apropriada e um passo de alimentação apropriado. Por exemplo, como

10 mostrado na Fig. 10B, a fim de especificar o período da direção circunferencial como sendo de 315 nm e o período em uma direção de cerca de 60 graus (direção de aproximadamente - 60 graus) com relação à direção circunferencial como sendo de 300 nm, é suficiente que o passo de alimentação seja especificado como sendo de 251 nm (teorema de Pitágoras).

5 A frequência do sinal formatador de inversão de polaridade é trocada pelo número de revoluções do rolo (por exemplo, 1.800 rpm, 900 rpm, 450 rpm e 225 rpm). Por exemplo, as frequências do sinal formatador de inversão de polaridade correspondendo ao número de revoluções do rolo de 1.800 rpm, 900 rpm, 450 rpm e 225 rpm são 37.70 MHz, 18,85 MHz, 9,34 MHz e 4,71

10 MHz, respectivamente. Um padrão de treliça quase hexagonal com uma frequência espacial uniforme (período de 315 nm de circunferência, direção de aproximadamente 60 graus (direção de aproximadamente -60 graus) com respeito ao período de 300 nm de direção circunferencial) em uma região de gravação desejada, é obtido alargando-se o diâmetro do feixe da luz laser

5 extrema ultravioleta de um fator de 5 com o expensor de feixes 33 (BEX) do sistema de mesa óptico móvel 32, e empregando-se a luz laser à camada de resistência do estampador 12, através da lente objetiva 34, tendo uma abertura numérica (NA) de 0,9, a fim de formar uma fina imagem latente.

(Etapa de formação de película de resistência)

Inicialmente, como mostrado na Fig. 12A, um estampador 12, no formato de uma coluna circular, é preparado. Este estampador 12 é, por exemplo, um estampador de vidro. Subsequentemente, como mostrado na Fig. 12B, uma camada de resistência 14 é formada na superfície do estampador 12.

- 5 Quanto ao material para a camada de resistência 14, por exemplo, qualquer uma das resistências orgânicas e resistências inorgânicas podem ser utilizadas. Quanto à resistência orgânica, por exemplo, uma resistência a novolac e uma resistência quimicamente ampliada podem ser utilizadas.

(Etapa de Exposição)

- 0 Em seguida, como mostrado na Fig. 12 C, o aparelho de exposição de estampador de rolo acima descrito é utilizado, o estampador 12 é girado e, além disso, a luz laser (feixe de exposição) 15 é aplicada à camada de resistência 14. Nesta vez, a luz laser 15 é aplicada intermitentemente, enquanto a luz laser 15 move-se na direção de altura do estampador 12
- 5 (direção paralela ao eixo geométrico central do estampador 12, no formato de uma coluna circular ou no formato de um cilindro circular) e, desse modo, tudo sobre a superfície da camada de resistência é exposto. Desta maneira, uma imagem latente 16, de acordo com o local da luz laser 15, é formada sobre toda a camada de resistência 14 com, por exemplo, o mesmo nível de
- 0 passo que o comprimento de onda da luz visível.

- Por exemplo, a imagem latente 16 é disposta de tal modo que constitua uma pluralidade de linhas de pistas na superfície do estampador e, além disso, forme um padrão de treliça hexagonal ou um padrão de treliça quase hexagonal. Por exemplo, a imagem latente 16 está no formato de uma
- 5 elipse, tendo uma direção de eixo geométrico maior na direção de extensão da pista.

(Etapa de desenvolvimento)

Em seguida, uma solução de desenvolvimento é gotejada sobre a camada de resistência 14, enquanto o estampador 12 é girado, de modo que

a camada de resistência 14 seja submetida a um tratamento de desenvolvimento, como mostrado na Fig. 13A. Como mostrado no desenho, no caso em que a camada de resistência 14 é formada de uma resistência tipo positiva, a parte exposta, exposta com a luz laser 15, tem uma taxa de dissolução aumentada com relação à solução de desenvolvimento, quando comparada com aquela da parte não exposta. Portanto, um padrão, de acordo com a imagem latente (parte exposta) 16, é formado na camada de resistência 14.

(Etapa de cauterização)

Subsequentemente, a superfície do estampador 12 é submetida a um tratamento de cauterização, enquanto o padrão (padrão de resistência) da camada de resistência 14, formada sobre o estampador 12, serve como uma máscara. Desta maneira, como mostrado na Fig. 13 B, partes côncavas, no formato de um cone elíptico ou no formato de um cone truncado elíptico tendo uma direção de eixo geométrico maior na direção de extensão da pista, isto é, estruturas 13, são obtidas. Quanto ao método de cauterização, por exemplo, a cauterização seca é realizada. Nesta vez, por exemplo, um padrão das estruturas 13 no formato de um cone pode ser formado realizando-se o tratamento de cauterização e, alternativamente, um tratamento de cinza. Além disso, um padrão vítreo tendo uma profundidade 3 vezes ou mais a da camada de resistência 14 (relação de seleção de 3 ou mais) é produzido, de modo que seja possível obter-se um aumento na relação de alongamento da estrutura 3.

Consequentemente, é obtido um padrão de rolo 11, tendo um padrão de treliça hexagonal ou um padrão de treliça quase hexagonal no formato côncavo, tendo uma profundidade de cerca de 120 nm a cerca de 350 nm.

(Etapa em duplicata)

A seguir, o padrão de rolo 11 e o substrato 2, por exemplo, uma lâmina revestida com um material de transferência, são firmemente

aderidos. Em seguida, o descascamento é realizado, enquanto raios ultravioletas são aplicados a fim de curar. Desta maneira, como mostrado na Fig. 13C, uma pluralidade de estruturas compostas de partes convexas são formadas em uma primeira superfície principal do substrato 2 e, desse modo, um elemento óptico 1 composto de uma lâmina em duplicata curada por ultravioleta olho de mariposa ou similar é produzida.

O material de transferência é formado, por exemplo, de um material curável por ultravioleta e um iniciador e contém cargas, aditivos funcionais e similares, quando necessário.

O material curável por ultravioleta é formado de, por exemplo, um monômero monofuncional, um monômero disfuncional ou um monômero polifuncional e, especificamente, é composto dos seguintes materiais sozinhos ou uma pluralidade deles em combinação.

Exemplos de monômeros monofuncionais incluem ácidos carboxílicos (ácido acrílico), monômeros de hidróxi (acrilato de 2-hidroxietila, acrilato de 2-hidroxipropila e acrilato de 4-hidroxibutila), alquila, monômeros alicíclicos (acrilato de isobutila, acrilato de t-butila, acrilato de isooctila, acrilato de laurila, acrilato de estearila, acrilato de isobonila e acrilato de ciclo-hexila), outros monômeros funcionais (acrilato de 2-metoxietila, acrilato de metoxietileno glicol, acrilato de 2-etoxietila, acrilato de tetraidrofurfurila, acrilato de benzila, acrilato de etilcarbitol, acrilato de fenoxietila, acrilato de N,N-dimetilaminoetila, N,N-dimetilaminopropila acrilamida, N,N-dimetil acrilamida, acrilato de morfolina, N-isopropil acrilamida, N,N-dietil acrilamida, 2-vinilpirrolidona, acrilato de 2-(perfluoro-octil)etila, acrilato de 3-perfluoroexil-2-hidroxipropila, acrilato de 3-perfluoro-octil-2-hidroxipropila, acrilato de 2-(perfluorodecil)etila, acrilato de 2-(perfluoro-3-metilbutil)etila, acrilato de 2,4,6-tribromofenol, metacrilato de 2,4,6-tribromofenol, acrilato de 2-(2,4,6-tribromofenóxi)etila e acrilato de 2-etil-hexila.

Exemplos de monômeros disfuncionais incluem tri(propileno glicol) diacrilato, trimetilolpropano dialil éter e acrilato de uretano.

Exemplos de monômeros polifuncionais incluem trimetilolpropano triacrilato, dipentaeritritol penta e hexa-acrilato e
5 ditrimetilolpropano tetra-acrilato.

Exemplos de iniciadores incluem 2,2-dimetóxi-1,2-difeniletan-1-ona, 1-hidróxi-ciclo-hexil fenil cetona e 2-hidróxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona.

Quanto à carga, por exemplo, qualquer uma das partículas
10 inorgânicas finas e partículas orgânicas finas podem ser utilizadas. Exemplos de partículas inorgânicas finas incluem partículas finas de óxido de metal, por exemplo, SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , SnO_2 e Al_2O_3 .

Exemplos de aditivos funcionais incluem agentes de nivelamento, reguladores de superfície e agentes antiespumantes. Exemplos
15 de materiais para o substrato 2 incluem (co)polímero de metacrilato de metila, policarbonato, (co)polímero de estireno, copolímero de metacrilato-estireno de metila, diacetato de celulose, triacetato de celulose, celulose acetato butirato, poliéster, poliamida, poli-imida, poliéter sulfona, polissulfona, polipropileno, polimetilpenteno, cloreto de polivinila, polivinil acetal, poliéter
20 cetona, poliuretano e vidro.

O método para moldar o substrato 2 não é especificamente limitado. Um corpo moldado por injeção, um corpo extrudado ou um corpo fundido, pode ser empregado. Quando necessário, a superfície do substrato pode ser submetida a um tratamento de superfície, por exemplo, um
25 tratamento de coroa.

No caso em que uma estrutura 3, tendo uma elevada relação de alongamento (por exemplo, uma estrutura 3 tendo uma relação de alongamento de mais do que 1,5 e de 5 ou menos), é produzida, a fim de melhorar a propriedade de liberação de molde do estampador, por exemplo, o

padrão de rolo 11, é preferível aplicar um agente de liberação de molde, por exemplo, um agente de liberação de molde baseado em silicone, um agente de liberação de molde baseado em flúor ou similares, à superfície do estampador, por exemplo, o padrão de rolo 11. Além disso, é preferível adicionar um
5 aditivo, por exemplo, um aditivo baseado em flúor ou um aditivo baseado em silicone, a um material de transferência.

Aqui, a remoção, no caso em que manchas são aderidas em uma superfície do elemento óptico 1, produzido como descrito acima, será descrita. A Fig. 14A a Fig. 14C são diagramas esquemáticos para explicar a
0 remoção, no caso em que manchas são aderidas à superfície do elemento óptico 1. Como mostrado na Fig. 14A, quando a superfície do elemento óptico 1 é tocada, as manchas, em razão das impressões digitais, são aderidas entre as estruturas 3. Se a superfície do elemento óptico 1 em um tal estado for limpa com pano seco, como mostrado na Fig. 14B, visto que as estruturas
5 3 têm elasticidade, as estruturas 3 são elasticamente deformadas, de modo que estruturas adjacentes 3 entram em contato entre si. Consequentemente, as manchas aderidas entre as estruturas 3 são retiradas e, desse modo, as manchas, em razão das impressões digitais, podem ser removidas. Em seguida, como mostrado na Fig. 14C, após a limpeza com pano seco, os
0 formatos das estruturas 3 são restaurados ao estado original em razão de uma força elástica.

2. Segunda forma de realização

Configuração do elemento óptico

A Fig. 15A é uma vista em planta esquemática mostrando um
5 exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma segunda forma de realização da presente invenção. A Fig. 15B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 15A. A Fig. 15C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3, ... mostrada na Fig. 15B. A Fig. 15D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ...

mostrada na Fig. 15B. A Fig. 15E é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da luz laser, usada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T1, T3, ... mostradas na Fig. 15B. A Fig. 15F é um diagrama esquemático mostrando uma forma de onda modulada da luz laser, usada para formar uma imagem latente correspondendo as pistas T2, T4, ... mostradas na Fig. 15B.

Um elemento óptico 1, de acordo com a segunda forma de realização, é diferente do elemento óptico 1 da primeira forma de realização, pelo fato de que com referência às três linhas de pistas adjacentes, as estruturas 3 individuais constituem um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal. Na presente invenção, o padrão de treliça quase tetragonal é diferente do padrão de treliça tetragonal regular e refere-se a um padrão de treliça tetragonal estirado na direção de extensão da pista (direção X), a fim de distorcer.

A altura ou profundidade da estrutura 3 não é especificamente limitada e é, por exemplo, cerca de 159 nm a 312 nm. O passo P2 em uma direção de 45 graus (aproximadamente), com respeito à pista, é, por exemplo, cerca de 275 nm a 297 nm. A relação de alongamento (altura/passo de arranjo) das estruturas 3 é, por exemplo, cerca de 0,54 a 1,13. Além disso, as relações de alongamento das estruturas 3 não são tipicamente as mesmas em todos os casos. As estruturas 3 individuais podem ser configuradas para ter certa distribuição de altura.

É preferível que o passo de arranjo P1 das estruturas 3 na mesma pista seja maior do que o passo de arranjo P2 das estruturas 3 entre duas pistas adjacentes. Além disso, é preferível que $P1/P2$ satisfaça a relação representada por $1,4 < P1/P2 \leq 1,5$, em que o passo de arranjo das estruturas 3 na mesma pista é presumido como sendo P1 e o passo de arranjo das estruturas 3 entre duas pistas adjacentes é presumido como sendo P2. No caso em que a faixa numérica acima descrita é empregada, o fator de enchimento

das estruturas 3, tendo o formato de um cone elíptico ou de um cone truncado elíptico, é melhorado e, desse modo, a característica anti-reflexão é melhorada. Além disso, é preferível que a altura ou a profundidade das estruturas 3, em uma direção de 45 graus ou em uma direção de
 5 aproximadamente 45 graus com relação à pista, seja menor do que a altura ou a profundidade das estruturas 3 na direção de extensão da pista.

É preferível que a altura H2 na direção do arranjo das estruturas 3 (direção θ) inclinando-se com relação à direção de extensão da pista, seja menor do que a altura H1 das estruturas 3 na direção de extensão da
 10 pista. Isto é, é preferível que as alturas H1 e H2, das estruturas 3, satisfaçam a relação representada por $H1 > H2$.

A Fig. 16 é um diagrama mostrando os formatos de fundo, em que a elipseticidade do fundo da estrutura 3 é mudada. A elipseticidade das elipses 3₁, 3₂ e 3₃ são de 100 %, 163,3 % e 141 %, respectivamente. O fator de enchimento das estruturas 3 na superfície do substrato é trocado mudando-se a elipseticidade, como descrito acima. No caso em que as estruturas 3 constituem um padrão de treliça tetragonal ou de treliça quase tetragonal, é preferível que a elipseticidade e do fundo da estrutura seja de $150 \% \leq e \leq 180$ %.
 15 Isto é porque o fator de enchimento das estruturas 3 é melhorado e uma excelente característica anti-reflexão é obtida empregando-se esta faixa.
 20

O fator de enchimento das estruturas 3 na superfície do substrato está dentro da faixa de 65 % ou mais, preferivelmente 73 % ou mais e, mais preferivelmente, 86 % ou mais, em que o limite superior é de 100 %. No caso em que o fator de enchimento é especificado como estando dentro da
 25 faixa acima descrita, a característica anti-reflexão é melhorada.

Aqui, o fator de enchimento (fator de enchimento médio) das estruturas 3 é um valor determinado como descrito abaixo.

Inicialmente, uma fotografia da superfície do elemento óptico 1 é tomada usando-se um microscópio eletrônico de varredura (SEM) em

Vista de Topo. Subsequentemente, uma unidade de treliça U_c é selecionada aleatoriamente pela fotografia SEM resultante, e o passo de arranjo P_1 da unidade de treliça U_c e o passo de pista T_p são medidos (referem-se à Fig. 15B). Além disso, a área S , do fundo de qualquer uma de quatro estruturas 3 incluídas na unidade de treliça U_c , é medida com base no processamento de imagem. Em seguida, o fator de enchimento é determinado usando-se o passo de arranjo P_1 , o passo de pista T_p e a área S do fundo medidos com base na seguinte fórmula (4).

$$\text{fator de enchimento} = (S(\text{tetra}) / S(\text{unidade})) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{área de unidade de treliça: } S(\text{unidade}) = 2 \times (P_1 \times T_p) \times (1/2) = P_1 \times T_p$$

$$\text{área de fundo da presente estrutura na unidade de treliça: } S(\text{tetra}) = S$$

O processamento acima descrito para calcular o fator de enchimento é realizado com respeito a 10 unidades de treliça selecionadas aleatoriamente pela fotografia SEM resultante. Em seguida, os valores de medição são simplesmente calculados (média aritmética), a fim de determinar o fator médio dos fatores de enchimento, e este é presumido como sendo o fator de enchimento das estruturas 3 na superfície do substrato.

A relação $((2r/P_1) \times 100)$ do diâmetro $2r$ para o passo de arranjo P_1 é de 64 % ou mais, preferivelmente 69 % ou mais e, mais preferivelmente, 73 % ou mais. Isto é porque o fator de enchimento das estruturas 3 é melhorado, e uma característica anti-reflexão é melhorada empregando-se a faixa acima descrita. Aqui, o passo de arranjo P_1 é o passo de arranjo das estruturas 3 na direção de pista e o diâmetro $2r$ é o diâmetro de fundo da estrutura na direção de pista. A este respeito, no caso em que o fundo da estrutura é no formato de um círculo, o diâmetro $2r$ refere-se a um diâmetro, e no caso em que o fundo da estrutura é no formato de uma elipse, o diâmetro $2r$ refere-se a um eixo geométrico maior.

A Fig. 17 mostra um exemplo da configuração de um padrão de rolo para produzir um elemento óptico tendo a configuração acima

descrita. Este padrão de rolo é diferente do padrão da primeira forma de realização, pelo fato de as estruturas côncavas 13 constituírem um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal na sua superfície.

Configuração do padrão de rolo

5 Um aparelho expondo padrão de rolo é utilizado, os padrões bidimensionais são espacialmente ligados, um sinal formatador de inversão de polaridade e um controlador de rotação de um aparelho de gravação são sincronizados para gerar um sinal em uma base de pista, e a padronização é realizada em CAV com um passo de alimentação apropriado.

0 Consequentemente, um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase tetragonal pode ser gravado. É preferível que um padrão de treliça com uma frequência espacial uniforme seja formado em uma região de gravação desejada sobre a resistência do estampador 12, através da aplicação da luz laser, ajustando-se a frequência do sinal formatador de inversão de polaridade

5 e o número de revoluções do rolo apropriadamente.

3. Terceira forma de realização

Configuração de elemento óptico

A Fig. 18A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma terceira

0 forma de realização da presente invenção. A Fig. 18B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 18A. A Fig. 18C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3, ... mostrada na Fig. 18B. A Fig. 18D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ... mostrada na Fig. 18B.

5 Um elemento óptico 1, de acordo com a terceira forma de realização, é diferente do elemento óptico 1 da primeira forma de realização, pelo fato de a pista T ter o formato de um arco e as estruturas 3 serem dispostas no formato de um arco. Como mostrado na Fig. 18B, referente às três linhas de pistas adjacentes (T1 a T3), as estruturas 3 são dispostas de tal

modo para formar um padrão de treliça quase hexagonal, em que os centros das estruturas 3 são localizados em pontos individuais a1 a a7. Aqui, o padrão de treliça quase hexagonal é diferente do padrão de treliça hexagonal e refere-se a um padrão de treliça hexagonal distorcido ao longo do formato de um arco da pista T. Alternativamente, é diferente do padrão de treliça hexagonal regular e refere-se a um padrão de treliça hexagonal distorcido ao longo do formato de um arco da pista T e, além disso, estirado na direção de extensão da pista (direção do eixo geométrico X), a fim de distorcer.

As configurações do elemento óptico 1, exceto aquelas descritas acima, são as mesmas que as configurações da primeira forma de realização e, portanto, as explicações serão omitidas.

TRADUZIR TEXTO DA PÁGINA 59

Método para fabricar elemento óptico

Inicialmente, um aparelho de exposição para produzir o rolo de disco 41, tendo a configuração acima descrita, será descrito com referência à Fig. 20.

O sistema de mesa óptico móvel 32 é provido com um expensor de feixes 33, um espelho 38 e uma lente objetiva 34. A luz laser 15, conduzida ao sistema de mesa óptico móvel 32, é conformada dentro de um formato de feixe desejado, com o expensor de feixes 33 e, em seguida, é aplicada à camada de resistência sobre o estampador 42 no formato de um disco, através do espelho 38 e da lente objetiva 34. O estampador 42 é colocado em uma mesa giratória (não mostrada no desenho) conectada a um motor de eixo 35. Em seguida, a luz laser é aplicada à camada de resistência sobre o estampador 42 intermitentemente, enquanto o estampador 42 é girado e, além disso, a luz laser 15 é movida na direção do raio de rotação do estampador 42, de modo que uma etapa de exposição da camada de

resistência seja realizada. A imagem latente formada toma o formato de quase uma elipse, tendo um eixo geométrico maior na direção circunferencial. O movimento da luz laser 15 é realizado pelo movimento do sistema de mesa óptico móvel 32, na direção indicada por uma seta R.

5 O aparelho de exposição mostrado na Fig. 20 é provido com um mecanismo de controle 37, para formar uma imagem latente composta do padrão bidimensional da treliça hexagonal ou da treliça quase hexagonal, na Fig. 18B, sobre a camada de resistência. O mecanismo de controle 37 é provido com um formatador 29 e um acionador 30. O formatador 29 é
 10 provido com uma parte de inversão de polaridade. Esta parte de inversão de polaridade controla a distribuição de aplicação da luz laser 15 à camada de resistência. O acionador 30 recebe a produção da parte de inversão de polaridade e controla o modulador acústico-óptico 27.

O mecanismo de controle 37 sincroniza a modulação de
 5 intensidade da luz laser 15 com o AOM 27, com o acionamento da velocidade de rotação do motor de eixo 35 e com a velocidade do movimento do sistema de mesa óptico móvel 32 entre si em uma base de pista. O estampador 42 é submetido ao controle de rotação em uma velocidade angular constante (CAV). Em seguida, a padronização é realizada no número apropriado de
 10 revoluções do estampador 42 com o motor de eixo 35, na modulação de frequência apropriada da intensidade do laser com o AOM 27 e em um passo de alimentação apropriado da luz laser 15 com o sistema de mesa óptico móvel 32. Consequentemente, uma imagem latente, de um padrão de treliça hexagonal ou de um padrão de treliça quase hexagonal, é formada na camada
 5 de resistência.

Além disso, o sinal de controle da parte de inversão de polaridade é trocado gradualmente de um tal modo que a frequência espacial (que é uma densidade padrão de uma imagem latente, e P1: 330 nm, P2: 300 nm, ou P1: 315 nm, P2: 275 nm, ou P1: 300 nm, P2: 265 nm) torna-se

uniforme. Mais especificamente, a exposição é realizada enquanto um período de aplicação da luz laser 15 na camada de resistência é trocado em uma base de pista, e a modulação de frequência da luz laser 15 é realizada com o mecanismo de controle 37 de um tal modo que P1 torne-se aproximadamente 5 330 nm (ou 315 nm, 300 nm) nas pistas individuais T. Isto é, o controle de modulação é realizado de um tal modo que o período de aplicação da luz laser é reduzido quando o local da pista move-se para longe do centro do estampador 42 no formato de um disco. Consequentemente, um nanopadrão com uma frequência especial uniforme é completamente formado sobre o 0 substrato.

Um exemplo de um método para manufaturar um elemento óptico de acordo com a terceira forma de realização da presente invenção será descrito abaixo.

Inicialmente, um padrão de disco 41 é produzido de uma 5 maneira similar àquela da primeira forma de realização, exceto que uma camada de resistência formada sobre um estampador no formato de um disco é exposta usando-se um aparelho de exposição tendo a configuração acima descrita. Subsequentemente, este padrão de disco 41 e um substrato 2, por exemplo, uma lâmina de acrílico revestida com uma resina curável por 0 ultravioleta, são intimamente aderidos e raios ultravioletas são aplicados a fim de curar a resina curável por ultravioleta. Em seguida, o substrato 2 é descascado do padrão de disco 41. Desta maneira, é obtido um elemento óptico 1 no formato de um disco, em que uma pluralidade de estruturas 3 são dispostas na superfície. Em seguida, um elemento óptico 1 no formato 5 predeterminado, por exemplo, um retângulo, é cortado deste elemento óptico 1 no formato de um disco. Consequentemente, um elemento óptico 1 desejado é produzido.

De acordo com a terceira forma de realização presente, como no caso em que as estruturas 3 são dispostas no formato de uma linha reta, é

obtido um elemento óptico 1, exibindo elevada produtividade e tendo uma excelente característica anti-reflexão.

4. Quarta forma de realização

5 A Fig. 21A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma quarta forma de realização da presente invenção. A Fig. 21B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 21A.

Um elemento óptico 1, de acordo com a quarta forma de realização, é diferente do elemento óptico 1 da primeira forma de realização, pelo fato de as estruturas 3 estarem dispostas em uma pista sinuosa (a seguir referida como uma pista de oscilação). É preferível que as oscilações nas pistas individuais sobre o substrato 2 sejam sincronizadas. Isto é, é preferível que as oscilações sejam oscilações sincronizadas. No caso em que as oscilações são sincronizadas, é mantido o formato da unidade de treliça de uma treliça hexagonal ou de uma treliça quase hexagonal, e o fator de enchimento é mantido em um alto nível. Exemplos de formas de onda na pista de oscilação incluem uma onda de sinal e uma onda triangular. A forma de onda na pista de oscilação não é limitada a uma forma de onda periódica, porém pode ser uma forma de onda aperiódica. Por exemplo, cerca de ± 10 μm são selecionados como a amplitude de oscilação da pista de oscilação.

Com referência à quarta forma de realização, os itens, que não a descrição acima, são os mesmos que aqueles da primeira forma de realização.

5 De acordo com a quarta forma de realização, uma ocorrência de variações na aparência externa pode ser suprimida em razão das estruturas 3 estarem dispostas nas pistas de oscilação.

5. Quinta forma de realização

A Fig. 22A é uma vista em planta esquemática mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma quinta

forma de realização da presente invenção. A Fig. 22B é uma vista em planta aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 22A. A Fig. 22C é uma vista em seção ao longo de uma pista T1, T3, ... mostrada na Fig. 22B. A Fig. 22D é uma vista em seção ao longo de uma pista T2, T4, ... mostrada na Fig. 22B. A Fig. 23 é uma vista em perspectiva aumentada ilustrando uma parte do elemento óptico mostrado na Fig. 22A.

Um elemento óptico 1, de acordo com a quinta forma de realização, é diferente do elemento óptico 1 da primeira forma de realização, pelo fato de as estruturas 3 formadas de partes côncavas serem dispostas em grandes quantidades na superfície do substrato. O formato desta estrutura 3 é um formato côncavo correspondendo à inversão do formato convexo da estrutura 3 da primeira forma de realização. A este respeito, no caso em que a estrutura 3 é especificada como sendo uma parte côncava, como descrito acima, a parte de abertura (parte de entrada da parte côncava) da estrutura 3 composta da parte côncava é definida como uma parte inferior e a parte mais inferior (a parte mais profunda da parte côncava) do substrato na direção da profundidade é definida como uma parte de topo. Isto é, a parte de topo e a parte inferior são definidas com base na estrutura 3 composta de um espaço não realístico. Além disso, na quinta forma de realização, a estrutura 3 é uma parte côncava e, portanto, a altura da estrutura 3 na fórmula (1) e similar, é a profundidade H da estrutura 3.

Com referência a quinta forma de realização presente, os itens, que não a descrição acima, são os mesmos que aqueles da primeira forma de realização.

Na quinta forma de realização presente, o formato convexo, da estrutura 3 da primeira forma de realização, é invertido, a fim de formar um formato côncavo. Consequentemente, os mesmos efeitos que aqueles da primeira forma de realização são obtidos.

6. Sexta forma de realização

Como o módulo de elasticidade do material formando a estrutura 3 é reduzido, a propriedade de deslizamento durante a limpeza tende a tornar-se fraca e o desempenho da limpeza tende a ser degradado. Portanto, na sexta forma de realização, pelo menos um tipo de composto, selecionado de compostos baseados em flúor e compostos baseados em silicone, é incluído no substrato da estrutura e, desse modo, a propriedade de deslizamento é melhorada a fim de melhorar o desempenho da limpeza.

A inclusão destas substâncias na superfície da estrutura não tem uma influência em se as impressões digitais são removidas, porém suprimem a umidade e dispersão das impressões digitais após as impressões digitais serem aderidas. Consequentemente, as estruturas 3 anti-reflexivas, tendo uma excelente propriedade anti-incrustação, são feitas mantendo-se o módulo de elasticidade e a relação de alongamento dentro de uma faixa predeterminada e, além disso, aumentando-se o ângulo de contato do ácido oleico.

Exemplos de métodos para conter o composto baseado em flúor ou o composto baseado em silicone dentro da superfície da estrutura incluem um método em que o composto baseado em flúor é adicionado a um material de resina, para formar a estrutura e realizar cura, e um método em que uma camada de superfície tratada contendo o composto baseado em flúor é formado na superfície da estrutura após a estrutura ser formada.

A Fig. 24 é uma vista em seção mostrando um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com a sexta forma de realização da presente invenção. Como mostrado na Fig. 24, um elemento óptico 1, de acordo com a sexta forma de realização, é diferente do elemento óptico 1 da quinta forma de realização, pelo fato de uma camada de superfície tratada 5 estar ainda disposta em uma superfície irregular provida com as estruturas 3.

O ângulo de contato do ácido oleico na superfície provida com

a camada tratada de superfície 5 é preferivelmente de 30 graus ou mais e, mais preferivelmente, de 90 graus ou mais. No caso em que o ângulo de contato é de 90 graus ou mais, umidade e dispersão de manchas, por exemplo, impressões digitais, aderidas à superfície do elemento óptico, são suprimidas.

- 5 A camada de superfície tratada 5 contém, por exemplo, um composto contendo flúor ou um composto baseado em silicone.

Composto baseado em silicone

- Exemplos de compostos baseados em silicone incluem óleo de silicone e tensoativos de silicone. O óleo de silicone pode ser dividido
0 aproximadamente em óleo de silicone puro e óleo de silicone modificado, dependendo do tipo de grupo orgânico ligado a um átomo de silicone.

- No óleo de silicone puro, um grupo metila, um grupo fenila ou um átomo de hidrogênio servindo como um substituinte, é ligado a um átomo de silicone. Exemplos do óleo de silicone puro incluem óleo de silicone
5 dimetila e óleo de silicone metilfenila.

No óleo de silicone modificado, um substituinte orgânico é introduzido no óleo de silicone puro, por exemplo, óleo de silicone dimetila. O óleo de silicone modificado é classificado em óleo de silicone não reativo e óleo de silicone reativo.

- 0 O óleo de silicone não reativo inclui o óleo de silicone modificado por alquila/aralquila, óleo de silicone modificado por poliéter, óleo de silicone modificado por ácido graxo mais elevado, óleo de silicone modificado por amino, óleo de silicone modificado por epóxi, óleo de silicone modificado por carboxila e óleo de silicone modificado por álcool.

- 5 Exemplos de óleo de silicone reativos incluem óleo de silicone modificado por amino, óleo de silicone modificado por epóxi, óleo de silicone modificado por carboxila e óleo de silicone modificado por álcool.

Os exemplos específicos de óleo de silicone incluem L-45, L-9300, FZ-3704, FZ-3703, FZ-3720, FZ-3786, FZ-3501, FZ-3504, FZ-3508,

FZ-3705, FZ-3707, FZ-3710, FZ-3750, FZ-3760, FZ-3785 e Y-7499 da Nippon Unicar Company Limited e KF96L, KF96, KF96H, KF99, KF54, KF965, KF968, KF56, KF995, KF351, KF352, KF353, KF354, KF355, KF615, KF618, KF945, KF6004 e FL100 da Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.

5 No tensoativo de silicone, por exemplo, uma parte dos grupos metila, do óleo de silicone, é substituída com grupos hidrofílicos. Exemplos de posições de substituição com os grupos hidrofílicos incluem uma cadeia lateral, ambas extremidades, uma extremidade única e ambas cadeias laterais finais do óleo de silicone. Exemplos de grupos hidrofílicos incluem poliéteres,
0 poliglicerinas, pirrolidona, betaínas, sulfatos, fosfatos e sais quaternários.

Entre eles, os tensoativos não iônicos são preferíveis, em que o grupo hidrofóbico é formado de polissiloxano dimetila e o grupo hidrofílico é formado de polioxialquilenos.

O tensoativo não iônico é um nome genérico para tensoativos
5 não tendo grupo que se dissocie em íons dentro de uma solução aquosa, e tendo grupos hidroxila, de álcoois poliídricos como os grupos hidrofílicos e, além disso, cadeia de polioxialquilenos (polioxietileno) e similares, como os grupos hidrofílicos ao lado dos grupos hidrofóbicos. A hidrofiliidade é aumentada quando o número de grupos hidróxi alcoólicos aumenta ou o
10 comprimento da cadeia de polioxialquilenos (cadeia de polioxietileno) aumenta.

Exemplos específicos destes tensoativos não iônicos incluem tensoativos de silicone SILWET L-77, L-720, L-7001, L-7002, L-7604, Y-7006, FZ-2101, FZ-2104, FZ-2105, FZ-2110, FZ-2118, FZ-2120, FZ-2122,
15 FZ-2123, FZ-2130, FZ-2154, FZ-2161, FZ-2162, FZ-2163, FZ-2164, FZ-2166, FZ-2191 e similares, produzidos por Nippon Unicar Company Limited. Além disso, SUPERSILWET SS-2801, SS-2802, SS-2803, SS-2804, SS-2805 e similares são incluídos. Além disso, os tensoativos de silicone ABN SILWET FZ-2203, FZ-2207, FZ-2208 e similares, produzidos por Nippon

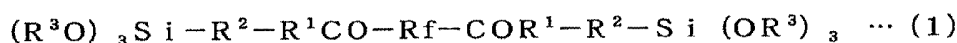
Unicar Company Limited, são incluídos.

Composto contendo flúor

Quanto ao composto contendo flúor, resinas baseadas em flúor são mencionadas. Exemplos de resinas baseadas em flúor incluem compostos de alcoxissilano tendo um grupo perfluoropoliéter ou um grupo fluoroalquila.

O composto alcoxissilano, tendo um grupo perfluoropoliéter ou um grupo fluoroalquila, tem baixa energia de superfície, a fim de exibir um excelente efeito repelente de água anti-incrustação, e um efeito de lubrificação é exibido porque o grupo perfluoropoliéter é incluído.

Exemplos de compostos alcoxissilanos tendo um grupo perfluoropoliéter incluem compostos alcoxissilanos tendo um grupo perfluoropoliéter, representado pela seguinte fórmula (1) ou (2).



em que, na fórmula, Rf representa um grupo perfluoropoliéter, R¹ representa um átomo divalente ou grupo (por exemplo, qualquer um de O, NH e S), R² representa um grupo hidrocarboneto (por exemplo, um grupo alquilenos) e R³ representa um grupo alquila.



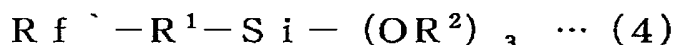
em que, na fórmula, Rf representa um grupo perfluoropoliéter, R¹ representa qualquer um de O, NH e S, R² representa um grupo alquilenos, e R³ representa um grupo alquila.

Exemplos de compostos de alcoxissilano tendo um grupo fluoroalquila incluem compostos alcoxissilanos tendo um grupo fluoroalquila, representados pela seguinte fórmula (3) ou (4).



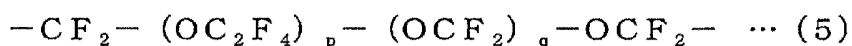
em que, na fórmula, Rf representa um grupo fluoroalquila, R¹ representa um átomo ou grupo atômico divalente, R² representa um grupo

alquilenos e R^3 representa um grupo alquila.



em que, na fórmula, Rf representa um grupo fluoroalquila, R^1 representa um grupo alquila, tendo número de carbono menor do que 7, e R^2 representa um grupo alquila.

5 A este respeito, a estrutura molecular do grupo perfluoropoliéter, como Rf mostrado na fórmula geral (1), não é especificamente limitado, e grupos perfluoropoliéter tendo vários comprimentos de cadeia são incluídos. Entretanto, os grupos tendo a estrutura molecular descrita abaixo são preferíveis.



0 Entre os grupos perfluoropoliéter representados pela fórmula geral (5), é preferível que p e q estejam dentro da faixa de 1 a 50.

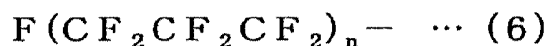
O peso molecular do composto alcoxissilano, tendo um grupo perfluoropoliéter representado pela fórmula geral (5), não é especificamente limitado. Entretanto, do ponto de vista da estabilidade, facilidade de
5 manipular e similares, os compostos tendo um peso molecular médio numérico de 400 a 10.000 são preferivelmente utilizados, e os compostos tendo um peso molecular médio numérico de 500 a 4.000 são mais preferivelmente utilizados.

Nos compostos de alcoxissilano, tendo um grupo
0 perfluoropoliéter representado pela fórmula geral (5), R_1 representa um átomo ou grupo divalente e é um grupo ligando R^2 e o grupo perfluoropoliéter, embora não especificamente limitado. Entretanto, um átomo ou um grupo atômico, por exemplo, O, NH ou S, que não C, é preferível. É preferível que R^2 represente um grupo hidrocarboneto e o número de carbono está dentro da
5 faixa de 2 a 10. Exemplos de R^2 incluem grupos alquilenos, por exemplo, um grupo metileno, um grupo etileno, e um grupo propileno, e um grupo fenileno.

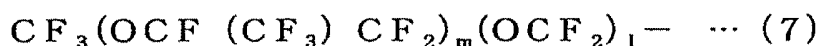
Nos compostos de alcoxissilano, tendo um grupo perfluoropoliéter representado pela formula geral (5), R_3 representa um grupo alquila constituindo um grupo alcóxi. O número de carbono é geralmente 3 ou menos, isto é, seus exemplos incluem um grupo isopropila, um grupo propila, um grupo etila e um grupo metila, embora o número de carbono possa ser maior do que ou igual a este.

A este respeito, a estrutura molecular do grupo perfluoropoliéter, como R_f mostrado na formula geral (2), não é especificamente limitada, e grupos perfluoropoliéter tendo vários comprimentos de cadeia são incluídos. Entretanto, os grupos tendo a estrutura molecular descrita abaixo são preferíveis.

Exemplos de R_f incluem aqueles cujos átomos de hidrogênio de um grupo alquila são substituídos por átomos de flúor e que são representados pelas seguintes fórmulas químicas (6) a (8). Entretanto, todos os átomos de hidrogênio do grupo alquila não são necessariamente substituídos por átomos de flúor, e hidrogênio pode ser parcialmente incluído.



em que n representa um número inteiro de 1 ou mais.



em que 1 e m são independentemente um número inteiro de 1 ou mais.



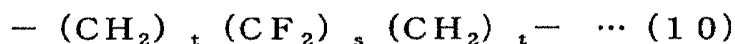
em que k representa um número inteiro de 1 ou mais.

A este respeito, no composto (8), é preferível que $m/1$ esteja dentro da faixa de 0,5 a 2,0.

O peso molecular do composto de alcoxissilano tendo um grupo perfluoropoliéter não é especificamente limitado. Entretanto, do ponto

de vista da estabilidade, facilidade de manipular e similares, o composto tendo um peso molecular médio numérico de 400 a 10.000 é utilizado preferivelmente, e o composto tendo um peso molecular médio numérico de 500 a 4.000 é mais preferivelmente utilizado.

- 5 A estrutura molecular do grupo fluoroalquila como Rf' , não é especificamente limitada também. Seus exemplos incluem aqueles em que átomos de hidrogênio de um grupo alquila são substituídos por átomos de flúor, e grupos fluoroalquilas, tendo vários comprimentos de cadeia e vários graus de substituição com flúor, são incluídos. Entretanto, aqueles tendo a
- 0 estrutura molecular descrita abaixo são preferíveis.



nestas fórmulas, s representa um número inteiro de 6 a 12, e t representa um número inteiro de 20 ou menos.

(Método para formar camada de superfície tratada)

- Os exemplos de métodos para formar a camada de superfície
- 5 tratada incluem um método em que uma solução, preparada dissolvendo-se um composto baseado em silicone e um composto contendo flúor em um solvente, é aplicada por um revestidor de gravura, por um método de imersão, por um método de revestimento por fiação, ou por pulverização, e um método em que uma solução, preparada dissolvendo-se um composto baseado em
- 0 silicone e um composto contendo flúor em um solvente, é aplicada por fricção e, em seguida, é realizado secagem. Além disso, um método LB, um método PVD, um método CVD, um método de auto-organização, um método de sublimação e similares são mencionados. Além do mais, um método em que um composto baseado em silicone e um composto contendo flúor são
- 5 misturados com uma resina curável por ultravioleta, a aplicação é realizada e, em seguida, cura é realizada através de irradiação por UV, e similares são

mencionados.

7. Sétima forma de realização

A Fig. 29 mostra um exemplo da configuração de um elemento óptico de acordo com uma sétima forma de realização. Como mostrado na Fig. 29, este elemento óptico 1 é diferente do elemento óptico 1 da primeira forma de realização, pelo fato do substrato 2 não ser provido. O elemento óptico 1 é provido com estruturas 3 formadas de partes convexas e dispostas em grandes quantidades em uma superfície com um passo diminuto menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível, em que partes inferiores das estruturas 3 adjacentes são mutuamente unidas. Uma pluralidade de estruturas 3, em que partes inferiores são mutuamente unidas, pode ter o formato de uma rede como um todo.

De acordo com a sétima forma de realização, o elemento óptico 1 pode ser afixado em uma aderência sem um adesivo. Além disso, é também possível afixá-lo a uma superfície tridimensionalmente curvada.

8. Oitava forma de realização

Configuração de dispositivo de exibição de cristal líquido

A Fig. 25 mostra um exemplo da configuração de um dispositivo de exibição de cristal líquido de acordo com uma oitava forma de realização da presente invenção. Como mostrado na Fig. 25, este dispositivo de exibição de cristal líquido é provido com uma lanterna traseira 53, para emitir luz, e um painel de cristal líquido 51, para temporariamente modular espacialmente a luz emitida pela lanterna traseira 53 e exibir uma imagem. Polarizadores 51a e 51b, servindo como componentes ópticos, são dispostos em duas superfícies do painel de cristal líquido 51, respectivamente. Um elemento óptico 1 é provido sobre o polarizador 51b, disposto no lado da superfície de exibição do painel de cristal líquido 51. Aqui, o polarizador 51b, provido com o elemento óptico 1 em uma superfície principal, é referido como um polarizador 52 com função anti-reflexão. Este polarizador 52 com

função anti-reflexão é um exemplo de componentes ópticos com função anti-reflexão.

A lanterna traseira 53, o painel de cristal líquido 51, os polarizadores 51a e 51b e o elemento óptico 1, que constituem o dispositivo de exibição de cristal líquido, serão sequencialmente descritos abaixo.

(Lanterna Traseira)

Quanto à lanterna traseira 53, por exemplo, uma luz traseira direta, uma luz traseira de borda e uma luz traseira tipo fonte de luz plana são utilizadas. A lanterna traseira 53 é provida com, por exemplo, uma fonte de luz, uma placa de reflexão e uma película óptica. Quanto à fonte de luz, por exemplo, uma lâmpada fluorescente catódica fria (CCFL), uma lâmpada fluorescente catódica quente (HCFL), eletroluminescência orgânica (OEL), eletroluminescência inorgânica (IEL) e um diodo emissor de luz (LED) são utilizados.

(Painel de cristal líquido)

Quanto ao painel de cristal líquido 51, aqueles tendo um modo de exibição de, por exemplo, modo nemático torcido (TN), modo nemático super torcido (STN), modo verticalmente alinhado (VA), modo de comutação em plano (IPS), modo de birrefringência opticamente compensada, modo de cristal líquido ferroelétrico (FLC), modo de cristal líquido disperso em polímero (PDLC) e modo hospedeiro de procura de mudança de fase (PCGH), são utilizados.

(Polarizador)

Em duas superfícies do painel de cristal líquido 51, por exemplo, polarizadores 51a e 51b são dispostos de tal modo que seus eixos geométricos de transmissão tornem-se ortogonais entre si. Os polarizadores 51a e 51b transmitem simplesmente um dos componentes ortogonais polarizados na luz incidente e interrompem o outro através de absorção. Quanto aos polarizadores 51a e 51b, por exemplo, aqueles produzidos por

adsorção de materiais dicróicos, por exemplo, corantes de iodo ou dicróicos, para películas poliméricas hidrofílicas, por exemplo, películas baseadas em polivinil álcool, películas baseadas em polivinil álcool parcialmente formalizadas e películas parcialmente saponificadas baseadas em copolímero de etileno vinil acetato, e realizando estiramento uniaxial, são utilizados. É preferível que camadas protetoras, por exemplo, películas de triacetil celulose (TAC), sejam dispostas em ambas superfícies dos polarizadores 51a e 51b. No caso em que a camada protetora é disposta, como descrito acima, é preferível que uma configuração, em que o substrato 2 do elemento óptico 1 dobre como uma camada protetora, seja empregada. O motivo é que a espessura de um polarizador 52 com função anti-reflexão é reduzida empregando-se uma tal configuração.

(Elemento óptico)

O elemento óptico 1 é o mesmo que qualquer elemento óptico 1 acima descrito na primeira a quarta formas de realização e, portanto, a explicação será omitida.

De acordo com a oitava forma de realização, o elemento óptico 1 é disposto sobre a superfície de exibição do dispositivo de exibição de cristal líquido e, portanto, a função anti-reflexão da superfície de exibição do dispositivo de exibição de cristal líquido é melhorada. Consequentemente, a visibilidade do dispositivo de exibição de cristal líquido é melhorada.

9. Nona forma de realização

Configuração do dispositivo de exibição de cristal líquido

A Fig. 26 mostra um exemplo da configuração de um dispositivo de exibição de cristal líquido de acordo com uma nona forma de realização da presente invenção. Este dispositivo de exibição de cristal líquido é diferente do dispositivo de exibição de cristal líquido da oitava forma de realização, pelo fato de um membro frontal 54 ser provido no lado frontal de um painel de cristal líquido 51, e um elemento óptico 1 ser provido em pelo

menos uma superfície na frente do painel de cristal líquido 51 e na frente e nas costas do membro frontal 54. Na Fig. 26, é mostrado um exemplo em que elementos ópticos 1 são providos em todas as superfícies da frente do painel de cristal líquido 51 e da frente e costas do membro frontal 54. Por exemplo, uma camada de ar é disposta entre o painel de cristal líquido 51 e o membro frontal 54. As mesmas partes, que aquelas da oitava forma de realização acima descrita, são indicadas pelos mesmos numerais de referência que aqueles fornecidos acima e suas explicações serão omitidas. A este respeito, na presente invenção, a frente refere-se à superfície do lado servindo como uma superfície de exibição, isto é, a superfície do lado do observador, e as costas refere-se à superfície do lado oposto da superfície de exibição.

O membro frontal 54 é, por exemplo, um painel frontal usado na frente (lado do observador) do painel de cristal líquido 51, para fins de proteção de resistência mecânica, térmica e ao tempo e projeto. O membro frontal 54 tem, por exemplo, o formato de uma lâmina, o formato de uma película ou o formato de uma placa. Quanto aos materiais para o membro frontal 54, por exemplo, vidro, triacetil celulose (TAC), poliéster (TPEE), polietileno tereftalato (PET), poli-imida (PI), poliamida (PA), aramida, polietileno (PE), poliacrilato, poliéter sulfona, polissulfona, polipropileno (PP), diacetil celulose, cloreto de polivinila, resina acrílica (PMMA) e policarbonato (PC) são utilizados, embora não especificamente limitados a estes materiais. Qualquer material pode ser usado na medida em que o material tem transparência.

De acordo com a nona forma de realização, a visibilidade do dispositivo de exibição de cristal líquido é melhorada como na oitava forma de realização.

10. Décima forma de realização

Um elemento óptico 1, de acordo com a décima forma de realização, é diferente do elemento óptico 1 da primeira forma de realização,

pelo fato de tanto um substrato 2 como a estrutura 3 terem flexibilidade. O módulo de elasticidade do material formando a estrutura 3 é de 1MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos, como descrito na primeira forma de realização. O substrato 2 tem, por exemplo, uma estrutura de camada única ou uma
5 estrutura de multicamadas incluindo duas camadas ou mais.

A percentagem de alongamento do material formando as estruturas 3 está dentro da faixa de preferivelmente 50 % ou mais e, mais preferivelmente, 50 % ou mais e 150 % ou menos. Se a percentagem de alongamento for de 50% ou mais, o rompimento das estruturas 3, devido à
0 deformação de resina ao longo com adesão ou contato, não ocorre e, portanto, uma mudança na refletância antes e após limpeza pode ser suprimida. A este respeito, como a percentagem de alongamento do material formando as estruturas 3 aumenta, a propriedade de deslizamento durante a limpeza tende a tornar-se fraca e o desempenho da limpeza tende a ser degradado.
5 Entretanto, se a percentagem de alongamento for de 150 % ou menos, a degradação da propriedade de deslizamento da superfície é facilmente suprimida.

A percentagem de alongamento do material formando o substrato 2 está dentro da faixa de preferivelmente 20 % ou mais e, mais preferivelmente, 20 % ou mais e 800 % ou menos. Se a percentagem de
0 alongamento for de 20 % ou mais, a deformação plástica é restringida. Se a percentagem de alongamento for de 800 % ou menos, o material pode ser selecionado relativamente fácil. Por exemplo, no caso de uma película de uretano, um grau de não amarelecimento é selecionado.

5 A Fig. 30 A é uma vista em seção mostrando um primeiro exemplo de um elemento óptico 1, de acordo com a décima forma de realização. O elemento óptico 1 é provido com estruturas 3 e um substrato 2, moldados individualmente, e uma interface é formada entre eles. Portanto, os materiais formando o substrato 2 e as estruturas 3 podem ser materiais

diferentes, quando necessário. Isto é, o substrato 2 e as estruturas 3 podem ter diferentes módulos de elasticidade.

No caso em que o substrato 2 tem uma configuração de camada única, o módulo de elasticidade do material formando o substrato 2 está dentro da faixa de preferivelmente 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, mais preferivelmente, 1 MPa ou mais e 1.500 MPa ou menos e, ainda preferivelmente, 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos. Se o módulo de elasticidade for menor do que 1 MPa, em geral, uma resina tendo um baixo módulo de elasticidade é caracterizada por significativa espessura de superfície e, portanto, não é fácil para manusear. Por outro lado, se o módulo de elasticidade for 3.000 MPa ou menos, uma ocorrência de deformação plástica é suprimida e dificilmente reconhecida visualmente. Além disso, é preferível que as percentagens de alongamento dos materiais formando o substrato 2 e as estruturas 3 sejam permitidos concordarem ou quase concordarem entre si. Isto é porque o descascamento da interface entre o substrato 2 e as estruturas 3 pode ser suprimido. Aqui, o termo “quase concordar” da percentagem de alongamento refere-se a que uma diferença no módulo de elasticidade, entre os materiais formando o substrato 2 e as estruturas 3, está dentro da faixa de $\pm 25 \%$. Aqui, os módulos de elasticidade do substrato 2 e das estruturas 3 não necessariamente concordam entre si. Os módulos de elasticidade dos dois podem ser ajustados em diferentes valores dentro dos limites de satisfazer a faixa numérica acima descrita.

No caso em que o módulo de elasticidade do material formando o substrato 2 está dentro da faixa de 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, a espessura do substrato 2 está dentro da faixa de preferivelmente 60 μm ou mais e, mais preferivelmente, de 60 μm ou mais e 2.000 μm ou menos. Se a espessura for de 60 μm ou mais, ocorrências de deformação plástica e falha de coesão são suprimidas e dificilmente reconhecidas visualmente. Por outro lado, se a espessura for de 2.000 μm ou menos, transferência contínua é

realizada por um processo de rolo-a-rolo.

A Fig. 30B é uma vista em seção mostrando um segundo exemplo do elemento óptico de acordo com a décima forma de realização. O elemento óptico 1 é provido com um substrato 2, tendo uma estrutura de duas camadas composta de uma camada de base 6, disposta adjacente às estruturas 3, e um membro de base 5, disposto adjacente à camada de base 6. A camada de base 6, por exemplo, é uma camada integralmente moldada com as estruturas 3, no lado do fundo das estruturas 3, e uma interface é formada entre a camada de base 6 e o membro de base 5. Quanto ao material do membro de base 5, é preferível que um material tendo estirabilidade e, além disso, elasticidade, seja utilizado. Exemplos de tais materiais incluem poliuretanos, resinas de silicone transparentes e cloretos de polivinila. A este respeito, o material para o membro de base 5 não é limitado aos materiais transparentes, porém materiais pretos ou de outras cores podem também ser usados. Exemplos de formatos do membro de base 5 incluem o formato de uma lâmina, o formato de uma placa e o formato de um bloco, embora não especificamente limitados a estes formatos. Aqui, é definido que as lâminas incluem películas.

O módulo de elasticidade do material formando a camada de base 6 está dentro da faixa de preferivelmente 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, mais preferivelmente, 1 MPa ou mais e 1.500 MPa ou menos e, ainda preferivelmente, 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos. No caso em que as estruturas 3 e a camada de base 6 são transferidas ao mesmo tempo, se o módulo de elasticidade for menor do que 1 MPa em uma etapa de transferência, estruturas adjacentes são aderidas entre si, o formato das estruturas 3 torna-se um formato diferente do formato desejado e, portanto, uma característica de reflexão desejada não é obtida. Além disso, a propriedade de deslizamento durante a limpeza tende a torna-se fraca e o desempenho de limpeza tende a ser degradado. Por outro lado, se o módulo de

elasticidade for de 3.000 MPa ou menos, uma ocorrência de deformação plástica é suprimida e dificilmente reconhecida visualmente.

No caso em que os módulos de elasticidade, dos materiais formando o membro de base 5 e a camada de base 6, estão dentro da faixa de 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, a espessura total do membro de base 5 e da camada de base 6 está dentro da faixa de preferivelmente 60 μm ou mais e, mais preferivelmente, 60 μm ou mais e 2.000 μm ou menos. Se a espessura total for de 60 μm ou mais, ocorrências de deformação plástica e falha de coesão são suprimidas e dificilmente reconhecidas visualmente. Por outro lado, se a espessura total for de 2.000 μm ou menos, transferência contínua pode ser realizada por um processo de rolo-a-rolo. Aqui, os módulos de elasticidade das estruturas 3, do membro de base 5 e da camada de base 6, não necessariamente concordam entre si. Os seus módulos de elasticidade podem ser ajustados em diferentes valores dentro dos limites de satisfazer a faixa numérica acima descrita.

No caso em que o módulo de elasticidade do material formando a camada de base 6 está dentro da faixa de 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, enquanto o módulo de elasticidade do material formando o membro de base 5 está fora da faixa de 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, a espessura da camada de base 6 está dentro da faixa de preferivelmente 60 μm ou mais e, mais preferivelmente, 60 μm ou mais e 2.000 μm ou menos. Se a espessura for de 60 μm ou mais, ocorrências de deformação plástica e falha de coesão são suprimidas e dificilmente reconhecidas visualmente, independente do material do membro de base 5, isto é, do módulo de elasticidade do membro de base 5. Por outro lado, se a espessura for de 2.000 μm ou menos, uma resina curável por ultravioleta é eficientemente curada.

A Fig. 30C é uma vista em seção mostrando um terceiro exemplo do elemento óptico 1, de acordo com a décima forma de realização.

O elemento óptico 1 é provido com estruturas 3 e substrato 2 integralmente moldados. Visto que as estruturas 3 e o substrato 2 são integralmente moldados, como descrito acima, nenhuma interface está presente entre os dois.

5 O módulo de elasticidade do material formando o substrato 2 está dentro da faixa de preferivelmente 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, mais preferivelmente 1 MPa ou mais e 1.500 MPa ou menos e, mais preferivelmente, 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos. No caso em que as estruturas 3 e o substrato 2 são transferidos ao mesmo tempo, se o módulo de elasticidade for menor do que 1 MPa, em uma etapa de transferência, estruturas adjacentes são aderidas entre si, o formato das estruturas 3 torna-se um formato diferente do formato desejado e, portanto, uma característica de reflexão desejada não é obtida. Além disso, a propriedade de deslizamento durante a limpeza tende a tornar-se fraca e o desempenho da limpeza tende a ser degradado. Por outro lado, se o módulo de elasticidade for de 3.000 MPa ou mais, uma ocorrência de deformação plástica é suprimida e dificilmente reconhecida visualmente.

No caso em que as estruturas 3 e o substrato 2 são integralmente moldados, é preferível que os módulos de elasticidade dos materiais para os dois sejam ajustados no mesmo valor, especificamente o mesmo valor dentro da faixa de 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos, do ponto de vista de facilitar a produção. É também possível moldar integralmente as estruturas 3 e o substrato 2, enquanto os módulos de elasticidade dos dois são valores diferentes. Exemplos de métodos para formar o elemento óptico 1 acima descrito incluem o seguinte método. Isto é, é realizada a aplicação de multicamadas de resinas tendo diferentes módulos de elasticidade. Nesta vez, é desejável que a resina tenha uma elevada viscosidade e, especificamente, 50.000 mPa.s ou mais é preferível. Isto é porque a mistura de resina está em um baixo nível e, portanto, é obtida

gradação do módulo de Young.

No caso em que o módulo de elasticidade, do material formando o substrato 2 está dentro da faixa de 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, a espessura do substrato 2 está dentro da faixa de preferivelmente 60 μm ou mais e, mais preferivelmente, 60 μm ou mais e 2.000 μm ou menos. Se a espessura total for de 60 μm ou mais, ocorrências de deformação plástica e falha de coesão são suprimidas e dificilmente reconhecidas visualmente. Por outro lado, se a espessura for de 2.000 μm ou menos, uma resina curável por ultravioleta é eficientemente curada.

A Fig. 31A a Fig. 32C são diagramas esquemáticos para explicar diferenças na ação entre um elemento óptico flexível e um elemento óptico não flexível do ponto de vista da deformação plástica. Aqui, o elemento óptico flexível refere-se a um elemento óptico em que tanto as estruturas 3 como o substrato 2 têm a flexibilidade. O elemento óptico não flexível refere-se a um elemento óptico em que as estruturas 3 têm a flexibilidade, enquanto o substrato 2 não tem flexibilidade.

Como mostrado na Fig. 31A, quando uma força F é aplicada a uma superfície do elemento óptico flexível, visto que o substrato 2 tem a flexibilidade, a força F aplicada à superfície do elemento óptico flexível é distribuída, como mostrado na Fig. 31B. Consequentemente, como mostrado na Fig. 31C, quando a força F é liberada, a superfície do elemento óptico flexível retorna ao estado plano original.

Por outro lado, como mostrado na Fig. 32A, quando a força F é aplicada a uma superfície do elemento óptico não flexível, visto que o substrato 2 é rígido, a força F aplicada à superfície do elemento óptico não flexível não é distribuída, como mostrado na Fig. 32B. Consequentemente, como mostrado na Fig. 32C, quando a força F é liberada, deformação plástica ou falha de coesão ocorre na superfície do elemento óptico flexível.

Exemplos

A presente invenção será especificamente descrita abaixo com referência aos exemplos, embora a presente invenção não seja limitada meramente a estes exemplos.

(Amostra 1-1)

5 Inicialmente, foi preparado um estampador de rolo de vidro tendo um diâmetro externo de 126 mm. Uma película de uma resistência foi formada na superfície deste estampador de vidro, do modo como descrito abaixo. Isto é, um fotorresistor foi diluído por um fator de 10 com um diluidor. Uma película de resistência, tendo uma espessura de cerca de 130
0 nm, foi formada aplicando-se a resistência diluída resultante em uma superfície de coluna circular do estampador de rolo de vidro através de imersão. Subsequentemente, o estampador de vidro servindo como um meio de gravação foi transportado para o aparelho de exposição de estampador de rolo mostrado na Fig. 11, a resistência foi exposta e, portanto, imagens
5 latentes, que foram alinhadas no formato de um espiral e que constituíram um padrão de treliça quase hexagonal entre três linhas de pistas adjacentes, foram padronizadas sobre a resistência.

Especificamente, a luz laser com uma potência de 0,50 mW/m para expor até a superfície do estampador de rolo de vidro acima descrito, foi
0 aplicada a uma região para ser provida com um padrão de treliça hexagonal, de modo que foi formado um padrão de treliça quase hexagonal no formato côncavo. A este respeito, a espessura da resistência, na direção das linhas das pistas, foi de aproximadamente 120 nm e a espessura da resistência, na direção de extensão da pista, foi de cerca de 100 nm.

5 Subsequentemente, a resistência do estampador de rolo de vidro foi submetida a um tratamento de desenvolvimento, em que o desenvolvimento foi realizado dissolvendo-se a parte exposta da resistência. Especificamente, um estampador de rolo de vidro não desenvolvido foi colocado em uma mesa giratória de uma máquina de desenvolvimento,

embora não mostrado no desenho, uma solução de desenvolvimento foi gotejada na superfície do estampador de rolo de vidro, enquanto a rotação foi realizada na base da mesa giratória, a fim de desenvolver a resistência na superfície. Desta maneira, foi obtido um estampador de vidro de resistência, em que a camada de resistência tinha aberturas no padrão de treliça quase hexagonal.

Em seguida, um tratamento de cauterização e um tratamento de cinza foram realizados alternativamente, através de cauterização seca, de modo que partes côncavas no formato de um cone elíptico foram obtidas. A quantidade de cauterização (profundidade), como padrão nesta vez, foi trocada com base no tempo de cauterização. Finalmente, o fotorresistor foi removido completamente através de cinza de O_2 e, portanto, foi obtido um padrão de rolo de vidro olho de mariposa com um padrão de treliça quase hexagonal no formato côncavo. A profundidade da parte côncava na direção das linhas foi maior do que a profundidade da parte côncava na direção de extensão da pista.

O padrão de rolo de vidro olho de mariposa acima descrito e uma lâmina de resina de polimetil metacrilato (PMMA), revestida com alguns micrômetros na espessura da composição de resina curável por ultravioleta, tendo a seguinte composição, foram inteiramente aderidos, e um elemento óptico foi produzido realizando-se descascamento, enquanto raios ultravioletas foram aplicados a fim de curar.

Em seguida, a superfície provida com o padrão olho de mariposa do elemento óptico foi revestida por imersão com um agente de tratamento baseado em flúor (nome comercial OPTOOL DSX produzido por DAIKIN CHEMICALS SALES, LTD.), a fim de realizar um tratamento com flúor. Desta maneira, foi produzido o elemento óptico da Amostra 1-1.

Composição de resina curável por ultravioleta

oligômero de poliéster acrilato

80 partes em massa

(nome comercial CN2271E, produzido por Sartomer Company, Inc.)

oligômero de monoacrilato de baixa viscosidade 20 partes em massa

(nome comercial CN152, produzido por Sartomer Company, Inc.)

iniciador de fotopolimerização 4 % em peso

5 (nome comercial DAROCUR1173, produzido por Ciba Specialty Chemicals)

(Amostra 1-2)

Um padrão de treliça quase hexagonal, tendo um passo e uma relação de alongamento diferentes daquelas da Amostra 1-1, foi gravado em uma camada de resistência, padronizando-se uma camada de resistência, enquanto a frequência do sinal formatador de inversão de polaridade, o número de revoluções do rolo e o passo de alimentação apropriado, foram ajustados em uma base de pista. Um elemento óptico da Amostra 1-2 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 1-1, exceto aqueles descritos acima.

5 (Amostra 1-3)

Um padrão de treliça quase hexagonal, tendo um passo e uma relação de alongamento diferentes daqueles da Amostra 1-1, foi gravado em uma camada de resistência, padronizando-se uma camada de resistência, enquanto a frequência do sinal formatador de inversão de polaridade, o número de revoluções do rolo e o passo de alimentação apropriado, foram ajustados em uma base de pista. Um elemento óptico foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 1-1, exceto aqueles descritos acima.

(Amostra 2-1 a Amostra 2-3)

Os elementos ópticos da Amostra 2-1 a Amostra 2-3 foram produzidos de uma maneira similar àquela da Amostra 1-1 a Amostra 1-3, respectivamente, exceto que uma composição de resina curável por ultravioleta, tendo a seguinte composição, foi utilizada.

Composição de resina curável por ultravioleta

oligômero de poliéster acrilato 30 partes em massa

(nome comercial CN2271E, produzido por Sartomer Company, Inc.)

acrilato disfuncional 70 partes em massa

(nome comercial Viscoat310HP, produzido por OSAKA ORGANIC CHEMICAL INDUSTRY LTD.)

- 5 iniciador de fotopolimerização 4 % em peso

(nome comercial DAROCUR1173, produzido por Ciba Specialty Chemicals)

(Amostra 3-1 a Amostra 3-3)

Os elementos ópticos da Amostra 3-1 a Amostra 3-3- foram produzidos de uma maneira similar àquela da Amostra 1-1 a Amostra 1-3, respectivamente, exceto que uma composição de resina curável por ultravioleta, tendo a seguinte composição, foi utilizada.

Composição de resina curável por ultravioleta

oligômero de poliéster acrilato 15 partes em massa

(nome comercial CN2271E, produzido por Sartomer Company, Inc.)

- 5 acrilato disfuncional 85 partes em massa

(nome comercial Viscoat310HP, produzido por OSAKA ORGANIC CHEMICAL INDUSTRY LTD.)

iniciador de fotopolimerização 4 % em peso

(nome comercial DAROCUR1173, produzido por Ciba Specialty Chemicals)

- 5 (Amostra 4-1 a Amostra 4-3)

Os elementos ópticos da Amostra 4-1 a Amostra 4-3- foram produzidos de uma maneira similar àquela da Amostra 1-1 a Amostra 1-3, respectivamente, exceto que uma composição de resina curável por ultravioleta, tendo a seguinte composição, foi utilizada.

- 5 Composição de resina curável por ultravioleta

oligômero de poliéster acrilato 5 partes em massa

(nome comercial CN2271E, produzido por Sartomer Company, Inc.)

acrilato disfuncional 95 partes em massa

(nome comercial Viscoat310HP, produzido por OSAKA ORGANIC

CHEMICAL INDUSTRY LTD.)

iniciador de fotopolimerização 4 % em peso

(nome comercial DAROCUR1173, produzido por Ciba Specialty Chemicals)

(Amostra 5-1 a Amostra 5-3)

- 5 Os elementos ópticos da Amostra 5-1 a Amostra 5-3- foram produzidos de uma maneira similar àquela da Amostra 1-1 a Amostra 1-3, respectivamente, exceto que uma composição de resina curável por ultravioleta, tendo a seguinte composição, foi utilizada.

Composição de resina curável por ultravioleta

- 10 acrilato disfuncional 80 partes em massa
(nome comercial Viscoat310HP, produzido por OSAKA ORGANIC CHEMICAL INDUSTRY LTD.)

acrilato de uretano pentafuncional 20 partes em massa
(nome comercial UA510H produzido por Kyoeisha Chemical Co. Ltd.)

- 15 iniciador de fotopolimerização 4 % em peso
(nome comercial DAROCUR1173, produzido por Ciba Specialty Chemicals)

(Amostra 6-1 a Amostra 6-3)

- Os elementos ópticos da Amostra 6-1 a Amostra 6-3- foram produzidos de uma maneira similar àquela da Amostra 1-1 a Amostra 1-3, respectivamente, exceto que a etapa, para submeter a superfície provida com o padrão olho de mariposa do elemento óptico para o tratamento de flúor, foi omitida.

(Avaliação do formato)

- 25 Os elementos ópticos resultantes da Amostra 1-1 a Amostra 6-3 foram observados com um microscópio de força atômica (AFM). Em seguida, o passo e a relação de alongamento das estruturas de cada Amostra foram determinados pelo perfil em seção de ATM. Os seus resultados são mostrados na Tabela 1.

(Medição do ângulo de contato)

O ângulo de contato da superfície, provida com o padrão olho de mariposa do elemento óptico, foi medido com um medidor de ângulo de contato (Modelo CA-XE, nome do produto, produzido por KYOWA INTERFACE SCIENCE Co., LTD.). Quanto ao líquido para medir o ângulo de contato, ácido oléico foi utilizado.

(Avaliação do desempenho da limpeza)

Após impressões digitais serem aderidas à superfície provida com o padrão olho de mariposa do elemento óptico, COTTON CIEGAL (produzido por Chiyoda Seisi K.K.) foi usado, e 10 movimentos de vai e vem de limpeza com pano seco foram realizados em uma pressão de cerca de 18 kPa por 5 segundos. O desempenho de limpeza foi avaliado comparando-se a refletância antes das impressões digitais serem aderidas e a refletância após a limpeza com pano seco ser realizada. No caso em que a refletância antes das impressões digitais serem aderidas e aquela após a limpeza com pano seco ser realizada terem o mesmo valor, foi presumido que a limpeza com pano seco foi realizada. A este respeito, na Tabela 1, um marcador O indica que a limpeza com pano seco é possível, e um marcador X indica que a limpeza com pano seco não é possível. Com referência à refletância, um aparelho de avaliação (nome comercial V-550, produzido por JASCO Corporation) foi usado, e a refletância da luz visível com um comprimento de onda de 532 nm foi medida. Os seus resultados são mostrados na Tabela 1.

(Medição do módulo de elasticidade)

Uma película plana foi produzida (curada por UV) do mesmo material que aquele para a composição de resina curável por ultravioleta utilizado para produzir o elemento óptico. Uma amostra de película, no formato de 14 mm de largura e cerca de 200 μm de espessura, foi cortada e usada. O módulo de elasticidade da amostra de película resultante foi medido com base em JIS K7127, usando-se um testador de tensão (nome comercial AG-X produzido por SHIMADZU CORPORATION). Os seus resultados são

mostrados na Tabela 1.

Além disso, o módulo de elasticidade, do elemento óptico provido com o padrão olho de mariposa, foi medido usando-se um testador de propriedade de revestimento de superfície (FISCHERSCOPE HM-500: 5 produzido por Fischer Instruments K. K.). Como resultado, o valor do módulo de elasticidade medido com um testador de microdureza e o valor do módulo de elasticidade que foi medido usando-se um testador de tração, e que era inerente ao material, foram quase iguais.

Tabela 1

	Formato			Módulo de elasticidade [MPa]	Revestimento de Flúor	Ângulo de contato do ácido oleico [grau]	Desempenho da limpeza				Observações
	Arranjo da estrutura	Passo [nm]	Relação de alongamento				Refletância	Antes da adesão das impressões digitais	Após a limpeza das impressões digitais	Avaliação	
Amostra 1-1	q-hexa*	300	0,33	29	presente	105	1,9	1,9	1,9	○	fácil de deslizar, fácil de limpar
Amostra 1-2	q-hexa*	280	0,61		presente	123	0,2	0,2	0,2	○	
Amostra 1-3	q-hexa*	250	1,20		presente	127	0,5	0,5	0,5	○	
Amostra 2-1	q-hexa*	300	0,33	188	presente	104	1,9	1,9	1,9	○	-
Amostra 2-2	q-hexa*	280	0,61		presente	120	0,2	0,2	0,2	○	
Amostra 2-3	q-hexa*	250	1,20		presente	122	0,5	0,5	0,5	○	
Amostra 3-1	q-hexa*	300	0,33	535	presente	85	1,9	1,9	2,7	×	-
Amostra 3-2	q-hexa*	280	0,61		presente	105	0,2	0,2	0,2	○	
Amostra 3-3	q-hexa*	250	1,20		presente	114	0,5	0,5	0,5	○	
Amostra 4-1	q-hexa*	300	0,33	1140	presente	75	1,9	1,9	3,1	×	-
Amostra 4-2	q-hexa*	280	0,61		presente	90	0,2	0,2	0,2	○	
Amostra 4-3	q-hexa*	250	1,20		presente	107	0,5	0,5	0,5	○	
Amostra 5-1	q-hexa*	300	0,33	1920	presente	93	1,9	1,9	2,9	×	-
Amostra 5-2	q-hexa*	280	0,61		presente	104	0,2	0,2	2,7	×	
Amostra 5-3	q-hexa*	250	1,20		presente	107	0,5	0,5	2,6	×	
Amostra 6-1	q-hexa*	300	0,33	29	nenhum	15	1,9	1,9	1,9	○	não fácil de deslizar, não fácil de limpar. Penetrar e dispersar*
Amostra 6-2	q-hexa*	280	0,61		nenhum	15	0,2	0,2	0,2	○	
Amostra 6-3	q-hexa*	250	1,20		nenhum	12	0,5	0,5	0,5	○	

q-hexa* : treliça quase hexagonal

penetrar e dispersar* : se impressões digitais são aderidas, a penetração e dispersão, no lugar de adesão das impressões digitais, ocorrem em uma grande extensão.

Avaliação

Como mostrado na Tabela 1, com referência à Amostra 5-1 a Amostra 5-3, a limpeza com pano seco foi difícil na avaliação do desempenho da limpeza. Isto é porque os módulos de elasticidade dos elementos ópticos estão fora da faixa de 5 MPa a 1.200 MPa.

Além disso, de acordo com as comparações entre a Amostra 1-1 a Amostra 1-3 e Amostra 6-1 a Amostra 6-3, na avaliação do desempenho de limpeza, com referência à Amostra 1-1 a Amostra 1-3, COTTON CIEGAL desliza facilmente e impressões digitais foram facilmente removidas. Por outro lado, com referência à Amostra 6-1 a Amostra 6-3, COTTON CIEGAL não deslizou facilmente e se as impressões digitais forem aderidas, as impressões digitais penetram e se espalham no local de adesão de impressões digitais em uma grande extensão. Isto é porque com referência à Amostra 1-1 a Amostra 1-3, a superfície provida com o padrão olho de mariposa do elemento óptico foi submetida a revestimento de flúor, e com referência à Amostra 6-1 a Amostra 6-3, o revestimento de flúor não foi realizado.

Em seguida, a relação entre a relação $((2r/P1) \times 100)$ e a característica anti-reflexão foi examinada com base na rigorosa simulação de análise de onda acoplada (RCWA).

(Exemplo de teste 1)

A Fig. 27A é um diagrama para explicar o fator de enchimento no caso em que estruturas são dispostas no formato de uma treliça hexagonal. Como mostrado na Fig. 27A, no caso em que as estruturas são dispostas no formato de uma treliça hexagonal, o fator de enchimento foi determinado com base na seguinte fórmula (2), enquanto a relação $((2r/P1) \times 100)$ (onde, P1: passo de arranjo das estruturas na mesma pista, r: o raio do fundo da estrutura) foi mudada.

$$\text{fator de enchimento} = (S(\text{hex.}) / S(\text{unidade})) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{área de unidade de treliça: } S(\text{unidade}) = 2r \times (2\sqrt{3})r$$

área de fundo da estrutura presente na unidade de treliça: $S(\text{hex.}) = 2 \times \pi r^2$

(em que, quando $2r > P1$, a determinação é realizada com base na construção.)

Por exemplo, no caso em que o passo de arranjo $P1 = 2$ e o raio do fundo da estrutura $r = 1$, $S(\text{unidade})$, $S(\text{hex.})$, a relação $((2r/P1) \times 100)$ e o fator de enchimento, tornam-se os valores como descritos abaixo.

$$S(\text{unidade}) = 6.9282$$

$$S(\text{hex.}) = 6.28319$$

$$(2r/P1) \times 100 = 100,0 \%$$

$$\text{fator de enchimento} = (S(\text{hex.}) / S(\text{unidade})) \times 100 = 90,7 \%$$

A relação entre o fator de enchimento, determinado com base na fórmula acima descrita (2), e a relação $((2r/P1) \times 100)$, é mostrada na Tabela 2.

Tabela 2

$(2r/P1) \times 100$	Fator de enchimento
115,4%	100,0%
100,0%	90,7%
99,0%	88,9%
95,0%	81,8%
90,0%	73,5%
85,0%	65,5%
80,0%	58,0%
75,0%	51,0%

(Exemplo de teste 2)

A Fig. 27B é um diagrama para explicar o fator de enchimento no caso em que estruturas são dispostas no formato de uma treliça tetragonal. Como mostrado na Fig. 27B, no caso em que estruturas são dispostas no formato de uma treliça tetragonal, o fator de enchimento foi determinado com base na seguinte fórmula (3), enquanto a relação $((2r/P1) \times 100)$ e a relação $((2r/P2) \times 100)$, (em que, $P1$: passo de arranjo das estruturas na mesma pista, $P2$: o passo de arranjo em uma direção de 45 graus relativa à pista, r : o raio do fundo da estrutura) foram mudadas.

$$\text{fator de enchimento} = (S(\text{tetra.}) / S(\text{unidade})) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{área de unidade de treliça: } S(\text{unidade}) = 2r \times 2r$$

área de fundo da estrutura presente na unidade de treliça: $S(\text{tetra}) = \pi r^2$

(em que, quando $2r > P1$, a determinação é realizada com base na construção.)

Por exemplo, no caso em que o passo de arranjo $P1 = 2$ e o raio do fundo da estrutura $r = 1$, $S(\text{unidade})$, $S(\text{tetra})$, a relação $((2r/P1) \times 100)$, a relação $((2r/P2) \times 100)$ e o fator de enchimento, tornam-se os valores como descritos abaixo.

$$S(\text{unidade}) = 4$$

$$S(\text{tetra}) = 3.14159$$

$$(2r/P1) \times 100 = 141,4 \%$$

$$(2r/P2) \times 100 = 100 \%$$

$$\text{fator de enchimento} = (S(\text{tetra}) / S(\text{unidade})) \times 100 = 78,5 \%$$

A relação entre o fator de enchimento, determinado com base na fórmula acima descrita (3), a relação $((2r/P1) \times 100)$ e a relação $((2r/P2) \times 100)$, é mostrada na Tabela 3.

Além disso, a relação entre os passos de arranjo $P1$ e $P2$ da treliça tetragonal é representada por $P1 = \sqrt{2} \times P2$.

Tabela 3

$(2r/P1) \times 100$	$(2r/P2) \times 100$	Fator de enchimento
100,0%	141,4%	100,0%
84,9%	120,0%	95,1%
81,3%	115,0%	92,4%
77,8%	110,0%	88,9%
74,2%	105,0%	84,4%
70,7%	100,0%	78,5%
70,0%	99,0%	77,0%
67,2%	95,0%	70,9%
63,6%	90,0%	63,6%
60,1%	85,0%	56,7%
56,6%	80,0%	50,3%
53,0%	75,0%	44,2%

(Exemplo de teste 3)

A magnitude da relação $((2r/P1) \times 100)$ do diâmetro $2r$ do fundo da estrutura para o passo do arranjo $P1$, foi especificada como sendo de 80 %, 85 %, 90 %, 95 % e 99 %, e a refletância foi determinada com base na simulação sob a seguinte condição. A Fig. 28 mostra um gráfico dos seus

resultados.

Formato da estrutura: tipo campânula de templo

Polarização: não polarizado

Refletância: 1,48

5 Passo de arranjo P1: 320 nm

Altura da estrutura: 415 nm

Relação de alongamento: 1,30

Estruturas do arranjo: treliça hexagonal

- Como está claro na Fig. 28, no caso em que a relação $((2r/P1) \times 100)$ é de 85 % ou mais, na faixa de comprimento de onda (0,4 a 0,7 μm) da faixa visível, a refletância média R torna-se $R < 0,5 \%$, e um efeito anti-reflexão suficiente é obtido. O fator de enchimento do fundo nesta vez é de 65 % ou mais. Além disso, no caso em que a relação $((2r/P1) \times 100)$ é de 90 % ou mais, na faixa de comprimento de onda da faixa visível, a refletância
- 5 média R torna-se $R < 0,3 \%$ e um efeito anti-reflexão de desempenho mais elevado é obtido. O fator de enchimento do fundo nesta vez é de 73 % ou mais e o desempenho torna-se mais elevado quando o fator de enchimento torna-se mais elevado, onde o limite superior é de 100 %. No caso em que as estruturas são mutuamente sobrepostas, a altura da estrutura é presumida ser a
- altura da posição mais baixa. A este respeito, foi verificado que havia a mesma tendência referente ao fator de enchimento e à refletância da treliça tetragonal.

- Com referência às seguintes amostras, a espessura do substrato, o membro de base ou a camada de base, foram medidos como
- 5 descrito abaixo.

O elemento óptico foi cortado, uma fotografia da seção transversal foi tomada com um microscópio eletrônico de varredura (SEM), e a espessura do substrato, o membro de base ou a camada de base, foram medidos com base na fotografia SEM resultante.

Com referência às seguintes amostras, o módulo de elasticidade do substrato, o membro de base ou a camada de base, foram medidos como descritos abaixo.

5 Uma peça de teste conformada em haltere (5 mm de largura de amostra efetiva) especificada em JIS K7311 foi preparada, e uma medição foi realizada com uma máquina de teste universal, Autograph AG-5kNX, produzida por SHIMADZU CORPORATION. Quanto a uma pequena amostra, da qual a amostra acima descrita não é obtida, também é possível realizar a medição usando-se um testador de microdureza, por exemplo,) PICODENTOR HM-500, produzido por Fischer Instruments K. K. Entretanto, quanto a uma amostra ainda menor, a medição pode ser realizada com AFM (refere-se a “Koubunshi Nano Zairyou (Material Nanopolimérico)” distribuído por KYORITSU SHUPPAN CO., LTD., P.81-P.111).

5 Inicialmente, um estampador de rolo de vidro tendo um diâmetro externo de 126 mm foi preparado. Uma película de uma resistência foi formada na superfície deste estampador de vidro de uma maneira como descrito abaixo. Isto é, um fotorresistor foi diluído por um fator de 10 com um diluidor. Uma película de resistência, tendo uma espessura de cerca de 130) nm, foi formada aplicando-se a resistência diluída resultante em uma superfície da coluna circular do estampador de rolo de vidro através de imersão. Subsequentemente, o estampador de vidro, servindo como um meio de gravação, foi transportado para o aparelho de exposição de estampador de rolo mostrado na Fig. 11, a resistência foi exposta e, portanto, imagens ; latentes, que foram alinhadas no formato de um espiral e que constituíram um padrão de treliça quase hexagonal entre três linhas de pistas adjacentes, foram padronizadas sobre a resistência.

Especificamente, a luz laser com uma potência de 0,50 mW/m para expor até a superfície do estampador de rolo de vidro acima descrito, foi

aplicada a uma região para ser provida com um padrão de treliça hexagonal, de modo que um padrão de treliça quase hexagonal no formato côncavo foi formado. A este respeito, a espessura da resistência, na direção das linhas das pistas, foi de aproximadamente 120 nm e a espessura da resistência, na
5 direção de extensão da pista, foi de cerca de 100 nm.

Subsequentemente, a resistência do estampador de rolo de vidro foi submetida a um tratamento de desenvolvimento, em que o desenvolvimento foi realizado dissolvendo-se a parte exposta da resistência. Especificamente, um estampador de rolo de vidro não desenvolvido foi
0 colocado em uma mesa giratória de uma máquina de desenvolvimento, embora não mostrado no desenho, uma solução de desenvolvimento foi gotejada na superfície do estampador de rolo de vidro, enquanto a rotação foi realizada na base da mesa giratória, a fim de desenvolver a resistência na superfície. Desta maneira, um estampador de vidro de resistência, em que a
5 camada de resistência tinha aberturas no padrão de treliça quase hexagonal, foi obtido.

Em seguida, um tratamento de cauterização e um tratamento de cinza foram realizados alternativamente, através de cauterização seca, de modo que partes côncavas no formato de um cone elíptico foram obtidas. A
0 quantidade de cauterização (profundidade), como padrão nesta vez, foi trocada com base no tempo de cauterização. Finalmente, o fotorresistor foi removido completamente através de cinza de O₂ e, portanto, um padrão de rolo de vidro olho de mariposa com um padrão de treliça quase hexagonal no formato côncavo, foi obtido. A profundidade da parte côncava na direção das
5 linhas foi maior do que a profundidade da parte côncava na direção de extensão da pista.

Em seguida, uma película de uretano (produzida por Sheedom Co., Ltd.), tendo uma espessura de 400 µm, foi preparada como membro de base. O módulo de elasticidade de uma resina formando esta película de

uretano foi de 10 MPa. Subsequentemente, uma composição de resina curável por ultravioleta, tendo a seguinte composição e tendo uma espessura de alguns micrômetros, foi aplicada à película de uretano. Em seguida, um padrão de rolo de vidro olho de mariposa foi firmemente aderido à superfície revestida resultante, e um elemento óptico foi produzido realizando-se descascamento, enquanto raios ultravioletas foram aplicados para curar. Desta vez, 20 nm de camada de base foram formados entre a estrutura e a película de uretano, ajustando-se a pressão do padrão de rolo de vidro olho de mariposa em relação à superfície revestida. O módulo de elasticidade da resina formando a camada de base após a cura foi de 20 MPa.

Composição de resina curável por ultravioleta

oligômero de poliéster acrilato	80 partes em massa
(nome comercial CN2271E, produzido por Sartomer Company, Inc.)	
oligômero de monoacrilato de baixa viscosidade	20 partes em massa
(nome comercial CN152, produzido por Sartomer Company, Inc.)	
iniciador de fotopolimerização	4 % em peso
(nome comercial DAROCUR1173, produzido por Ciba Specialty Chemicals)	

Em seguida, um tratamento de flúor foi realizado por revestimento por imersão da superfície provida com o padrão olho de mariposa do elemento óptico com um agente de tratamento baseado em flúor (nome comercial OPTOOL DSX, produzido por Daikin Industries, Ltd.). Desta maneira, um elemento óptico da Amostra 7-1, tendo a seguinte configuração, foi produzido.

Configuração olho de mariposa

Arranjo da estrutura: treliça quase hexagonal
 Altura: 250
 Passo: 250
 Relação de alongamento: 1
 (Amostra 7-2)

Um elemento óptico da Amostra 7-2 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 7-1, exceto que uma camada de base, tendo uma espessura de 60 μm , foi formada entre a estrutura e a película de uretano, ajustando-se a pressão do padrão de rolo de vidro olho de mariposa em relação à superfície revestida da película de uretano.

(Amostra 7-3)

Um elemento óptico da Amostra 7-3 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 7-1, exceto que uma camada de base, tendo uma espessura de 120 μm , foi formada entre a estrutura e a película de uretano, ajustando-se a pressão do padrão de rolo de vidro olho de mariposa em relação à superfície revestida da película de uretano.

(Amostra 7-4)

Um elemento óptico da Amostra 7-4 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 7-1, exceto que uma camada de base, tendo uma espessura de 150 μm , foi formada entre a estrutura e a película de uretano, ajustando-se a pressão do padrão de rolo de vidro olho de mariposa em relação à superfície revestida da película de uretano.

(Amostra 8-1)

Um elemento óptico da Amostra 8-1 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 7-1, exceto que a espessura da película de uretano foi especificada como sendo de 20 μm .

(Amostra 8-2)

Um elemento óptico da Amostra 8-2 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 8-1, exceto que a espessura da película de uretano foi especificada como sendo de 40 μm .

(Amostra 8-3)

Um elemento óptico da Amostra 8-3 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 8-1, exceto que a espessura da película de uretano foi especificada como sendo de 80 μm .

(Amostra 8-4)

Um elemento óptico da Amostra 8-4 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 8-1, exceto que a espessura da película de uretano foi especificada como sendo de 120 μm .

5 (Amostra 8-5)

Um elemento óptico da Amostra 8-5 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 8-1, exceto que a espessura da película de uretano foi especificada como sendo de 200 μm .

(Amostra 8-6)

) Um elemento óptico da Amostra 8-6 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 8-1, exceto que a espessura da película de uretano foi especificada como sendo de 400 μm .

(Teste de risco)

Inicialmente, com referência às amostras resultantes 7-1 a 7-4 e 8-1 a 8-6, um teste de risco foi realizado pelo método de teste com base em JIS K5600-5-4. Especificamente, HAND PUSH PENCIL SCRATCH HARDNESS TESTER (nome comercial: No. 553-S produzido por YASUDA SEIKI SEISAKUSHO, LTD.) foi usado, e uma superfície de amostra foi riscada com um lápis 2H. Subsequentemente, um traço traçado com o lápis foi limpo com um pano macio, a fim de remover um pó do lápis. Em seguida, a superfície da amostra foi observada visualmente. Então, a profundidade da deformação plástica foi medida com um aparelho de medição de formato fino (nome comercial Alpha-Step 500, produzido por KLA-Tencor Japan Ltd.). Os seus resultados são mostrados na Tabela 4, Tabela 5, Fig. 33A e Fig. 33B. A este respeito, um símbolo “⊙” , um símbolo “O” e um símbolo “x”, nas colunas “deformação plástica” e “falha de coesão”, na Tabela 4 e Tabela 5, indicam os seguintes resultados da avaliação.

(Deformação plástica)

⊙: A profundidade da deformação plástica é de 0 nm ou mais

e menos do que 350 nm, não há mudança no desempenho da reflexão e nenhum entalhe é observado visualmente.

- O: A profundidade da deformação plástica é de 350 nm ou mais e menos do que 1.000 nm, não há mudança no desempenho da reflexão e
5 quase nenhum entalhe é observado visualmente.

x: A profundidade da deformação plástica é de 1.000 nm ou mais, o desempenho da reflexão é degradado e um entalhe é claramente observado visualmente.

(Falha de coesão)

-) ☉: Não há mudança no desempenho da reflexão, e arranhadura e descascamento não são visualmente observados de forma alguma.

O: Não há mudança no desempenho da reflexão, e arranhadura e descascamento são dificilmente observados visualmente.

- 5 x: O desempenho da reflexão é degradado, e arranhadura e descascamento são claramente observados visualmente.

A Tabela 4 mostra os resultados do teste de risco das Amostras 7-1 a 7-4.

Tabela 4

		Amostra 7-1	Amostra 7-2	Amostra 7-3	Amostra 7-4
Configuração do elemento	Espessura do membro de base (μm)	400	400	400	400
	Espessura da camada de base (μm)	20	60	120	150
Avaliação	Profundidade do entalhe (nm)	145	75	65	68
	Deformação plástica	☉	☉	☉	☉
	Falha de coesão	☉	☉	☉	☉

-) A Tabela 5 mostra os resultados do teste de risco das Amostras 8-1 a 8-6. A este respeito, a profundidade do entalhe na deformação plástica da Amostra 8-1 estava fora da faixa de medição e, portanto, o valor da medição não é descrito.

Tabela 5

	Amostra 8-1	Amostra 8-2	Amostra 8-3	Amostra 8-4	Amostra 8-5	Amostra 8-6
Configuração do elemento	Espessura do membro de base (µm)					
	20	40	80	120	200	400
Avaliação	Espessura da camada de base (µm)					
	20	20	20	20	20	20
	Profundidade do entalhe (µm)					
	-	980	721	512	403	145
	Deformação plástica					
	x	○	○	○	○	⊖
	Falha de coesão					
	x	○	⊖	⊖	⊖	⊖

O seguinte é óbvio pela Tabela 4, Tabela 5, Fig. 34A e Fig. 34B.

Deformação plástica visualmente identificada e falha de coesão são reduzidas especificando-se a espessura total do membro de base e da camada de base como sendo de 60 μm ou mais.

(Amostra 9-1)

Um elemento óptico da Amostra 9-1 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 7-1, exceto que uma película de polimetil metacrilato (PMMA), tendo uma espessura de 150 μm , foi usada como o membro de base no lugar da película de uretano tendo uma espessura de 400 μm . A este respeito, o módulo de elasticidade do material para a película de PMMA foi de 3.300 MPa.

(Amostra 9-2)

Um elemento óptico da Amostra 9-2 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 9-1, exceto que uma camada de base tendo uma espessura de 60 μm foi formada entre a estrutura e a película de PMMA, ajustando-se a pressão do padrão de rolo de vidro olho de mariposa em relação à superfície revestida da película de uretano.

(Amostra 9-3)

Um elemento óptico da Amostra 9-3 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 9-1, exceto que uma camada de base tendo uma espessura de 120 μm foi formada entre a estrutura e a película de PMMA, ajustando-se a pressão do padrão de rolo de vidro olho de mariposa em relação à superfície revestida da película de uretano.

(Teste de risco)

Com referência às Amostras 9-1 a 9-3 resultantes, um teste de risco foi realizado como nas Amostras 7-1 a 7-4 descritas acima, de modo que a superfície da amostra foi observada e a profundidade da deformação plástica foi medida. Os seus resultados são mostrados na Tabela 6 e Fig. 34A.

A Tabela 6 mostra os resultados do teste de risco das Amostras 9-1 a 9-3.

Tabela 6

		Amostra 9-1	Amostra 9-2	Amostra 9-3
Configuração do elemento	Espessura do membro de base (μm)	150	150	150
	Espessura da camada de base (μm)	20	60	120
Avaliação	Profundidade do entalhe (nm)	7205	324	19
	Deformação plástica	×	○	⊗
	Falha de coesão	×	○	⊗

O seguinte é óbvio pela Tabela 6 e Fig. 34 A.

- 5 No caso em que um membro de base, tendo um módulo de elasticidade fora da faixa de 1 MPa ou mais e 3.000 MPa ou menos, é usado, ocorrências de deformação plástica e falha de coesão são suprimidas especificando-se a espessura da camada de base para ser de 60 μm ou mais.

(Amostra 10-1)

- 0 Inicialmente, foi preparado um estampador de rolo de vidro, em que uma região servindo como uma superfície de moldagem é denteada uniformemente, tendo um diâmetro externo de 126 mm. Subsequentemente, um padrão de rolo de vidro olho de mariposa com um padrão de treliça quase hexagonal foi obtido de uma maneira similar àquela da Amostra 7-1, exceto
- 5 que o estampador de rolo de vidro resultante foi utilizado. Subsequentemente, uma composição de resina curável por ultravioleta, tendo a seguinte composição, foi aplicada a uma película baseada em ciclo-olefina. Em seguida, um padrão de rolo de vidro olho de mariposa foi firmemente aderido à superfície revestida resultante e um elemento óptico foi produzido
- 0 realizando-se descascamento, enquanto raios ultravioletas foram aplicados para curar. Desta vez, foram formados 20 μm de camada de base servindo como um substrato entre a estrutura e a película baseada em ciclo-olefina, ajustando-se a pressão do padrão de rolo de vidro olho de mariposa em relação à superfície revestida.

- 5 Composição de resina curável por ultravioleta

- oligômero de poliéster acrilato 80 partes em massa
(nome comercial CN2271E, produzido por Sartomer Company, Inc.)
- oligômero de monoacrilato de baixa viscosidade 20 partes em massa
(nome comercial CN152, produzido por Sartomer Company, Inc.)
- 5 iniciador de fotopolimerização 4 % em peso
(nome comercial DAROCUR1173, produzido por Ciba Specialty Chemicals)

Em seguida, um elemento óptico foi obtido descascando-se a película baseada em ciclo-olefina da camada de resina. A seguir, um tratamento de flúor foi realizado por revestimento por imersão da superfície

0 provida com o padrão olho de mariposa do elemento óptico com um agente de tratamento baseado em flúor (nome comercial OPTOOL DSX, produzido por Daikin Industries, Ltd.). Desta maneira, foi produzido um elemento óptico da Amostra 10-1, em que muitas estruturas foram formadas sobre o substrato tendo uma espessura de 20 μm .

5 (Amostra 10-2)

Um elemento óptico da Amostra 10-2 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 10-1, exceto que um substrato e as estruturas foram integralmente moldados, e a espessura do substrato foi especificada como sendo de 60 μm .

0 (Amostra 10-3)

Um elemento óptico da Amostra 10-3 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 10-1, exceto que um substrato e as estruturas foram integralmente moldados, e a espessura do substrato foi especificada como sendo de 120 μm .

5 (Amostra 10-4)

Um elemento óptico da Amostra 10-4 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 10-1, exceto que um substrato e as estruturas foram integralmente moldados, e a espessura do substrato foi especificada como sendo de 250 μm .

(Amostra 10-5)

Um elemento óptico da Amostra 10-5 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 10-1, exceto que um substrato e as estruturas foram integralmente moldados, e a espessura do substrato foi especificada como sendo de 500 μm .

(Amostra 10-6)

Um elemento óptico da Amostra 10-6 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 10-1, exceto que um substrato e as estruturas foram integralmente moldados, e a espessura do substrato foi especificada como sendo de 750 μm .

(Amostra 10-7)

Um elemento óptico da Amostra 10-7 foi produzido de uma maneira similar àquela da Amostra 10-1, exceto que um substrato e as estruturas foram integralmente moldados, e a espessura do substrato foi especificada como sendo de 1.000 μm .

(Teste de risco)

Com referência às Amostras 10-1 a 10-7 resultantes, um teste de risco foi realizado como nas Amostras 7-1 a 7-4 descritas acima, de modo que a superfície da amostra foi observada e a profundidade da deformação plástica foi medida. Os seus resultados são mostrados na Tabela 7 e Fig. 34B.

A Tabela 7 mostra os resultados do teste de risco das Amostras 10-1 a 10-7. A este respeito, a profundidade do entalhe da deformação plástica da Amostra 10-1 estava fora da faixa de medição e, portanto, o valor da medição não é descrito.

Tabela 7

		Amostra 10-1	Amostra 10-2	Amostra 10-3	Amostra 10-4	Amostra 10-5	Amostra 10-6	Amostra 10-7
Configuração do elemento	Espessura do membro de base (μm)	20	60	120	250	500	750	1000
	Profundidade do entalhe (nm)	-	523	255	128	0	0	0
Avaliação	Deformação plástica	x	O	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
	Falha de coesão	x	O	O	⊗	⊗	⊗	⊗

O seguinte é óbvio pela Tabela 7 e Fig. 34 B.

No caso em que as estruturas e o substrato são integralmente moldados, ocorrências de deformação plástica e falha de coesão são suprimidas especificando-se a espessura do substrato como sendo de 60 μm ou mais.

(Exemplos de teste 3-1 a 3-10)

A profundidade da região de deformação plástica, quando a superfície da película óptica foi pressionada com um lápis, foi determinada por simulação, como descrito abaixo.

Inicialmente, uma película óptica, tendo uma estrutura de duas camadas como mostrado na Fig. 35, foi colocada. As condições de ajuste dos valores da propriedade desta película óptica foram descritas abaixo. A este respeito, ANSYS Strutural (produzido por ANSYS INC.) foi usado como um programa.

Membro de base
 Espessura D: 40 μm
 Módulo de elasticidade: 0 a 10.000 MPa
 Camada de superfície
 Espessura d: 20 μm
 Módulo de elasticidade : 20 MPa

Subsequentemente, a profundidade da região de deformação plástica, quando uma região sombreada diagonalmente mostrada na Fig. 35 foi pressionada com um lápis, foi determinada. As condições de pressão foram como descritas abaixo.

Carga de pressão: 0,75 kg
 Área de pressão (área de região sombreada diagonalmente): 2 mm x 0,5 mm

A Fig. 36 A é um gráfico mostrando os resultados da simulação dos exemplos de Teste 3-1 a 3-10. A Tabela 8 mostra os resultados

da simulação dos exemplos de Teste 3-1 a 3-10. A este respeito, um símbolo “⊙”, um símbolo “O” e um símbolo “x”, nas colunas de “Deformação plástica” e “Falha de coesão” da Tabela 8, indicam os seguintes resultados de avaliação.

5 (Deformação plástica)

⊙: A profundidade da deformação plástica é de 0 nm ou mais e menos do que 350 nm. A este respeito, não há mudança no desempenho de reflexão e nenhum entalhe é observado visualmente no caso em que a profundidade da deformação plástica é especificada estando dentro desta
0 faixa.

O: A profundidade da deformação plástica é de 350 nm ou mais e menos do que 1.000 nm. A este respeito, não há mudança no desempenho de reflexão e quase nenhum entalhe é observado visualmente, no caso em que a profundidade da deformação plástica é especificada estando
5 dentro desta faixa.

x: A profundidade da deformação plástica é de 1.000 nm ou mais. A este respeito, o desempenho de reflexão é degradado e um entalhe é visualmente observado no caso em que a profundidade da deformação plástica está dentro desta faixa.

Tabela 8

	Exemplo de Teste 3-1	Exemplo de Teste 3-2	Exemplo de Teste 3-3	Exemplo de Teste 3-4	Exemplo de Teste 3-5	Exemplo de Teste 3-6	Exemplo de Teste 3-7	Exemplo de Teste 3-8	Exemplo de Teste 3-9	Exemplo de Teste 3-10
Módulo de Young (MPa)	0	10	20	100	500	1000	1500	2000	3000	10000
Profundidade da deformação plástica (nm)	0	0,23732	0,48464	13,0768	82,9515	170,595	258,261	359,36	523,197	1987,9
Avaliação	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	○	×

A este respeito, visto que a altura da estrutura olho de mariposa é suficientemente pequena quando comparada com a espessura da camada de base, na simulação acima descrita, a superfície da película óptica é aproximada de uma superfície plana. O resultado da simulação com base na aproximação de uma superfície plana quase concorda com o resultado da medição real da deformação plástica da película óptica provida com uma estrutura olho de mariposa.

O seguinte é óbvio pela Tabela 8 e Fig. 36A.

A profundidade da deformação plástica é especificada estando dentro da faixa de 350 nm ou mais e menos do que 1.000 nm, especificando o módulo de elasticidade do membro de base como sendo de 3.000 MPa ou menos. Isto é, a degradação do desempenho de reflexão é suprimida e uma ocorrência de entalhe visualmente observada é evitada.

Além disso, a profundidade da deformação plástica é especificada como estando dentro da faixa de 0 nm ou mais e menos do que 1.000 nm, especificando-se o módulo de elasticidade do membro de base para não sendo de 1.500 MPa ou menos. Isto é, a degradação do desempenho de reflexão é suprimida e uma ocorrência de entalhe visualmente observada é evitada.

(Exemplos de teste 4-1 a 4-4)

A profundidade da região de deformação plástica, quando a superfície de película óptica foi pressionada com um lápis, foi determinada pela simulação como descrito abaixo.

Inicialmente, uma película óptica, tendo uma estrutura de duas camadas como mostrado na Fig. 35, foi colocada. As condições de ajuste dos parâmetros da propriedade desta película óptica foram como descritas abaixo. A este respeito, ANSYS Struktural (produzido por ANSYS INC.) foi usado como programa.

Membro de base

Espessura D: 400 μm

Módulo de elasticidade: 20 MPa

Camada de superfície

Espessura d: 20 μm , 60 μm , 120 μm e 200 μm

Módulo de elasticidade : 20 MPa

Subsequentemente, a profundidade da região de deformação plástica, quando uma região sombreada diagonalmente mostrada na Fig. 35 foi pressionada com um lápis, foi determinada. As condições de pressão foram como descritas abaixo.

Carga de pressão: 0,75 kg

Área de pressão (área de região sombreada diagonalmente): 2 mm x 0,5 mm

(Exemplos de teste 5-1 a 5-4)

A simulação foi realizada como nos Exemplos de teste 4-1 a 4-4, exceto que as condições de ajuste dos valores da propriedade da película óptica foram como descritas abaixo.

Membro de base

Espessura D: 400 μm

Módulo de elasticidade: 40 MPa

Camada de superfície

Espessura d: 20 μm , 60 μm , 120 μm e 200 μm

Módulo de elasticidade : 20 MPa

(Exemplos de teste 6-1 a 6-4)

A simulação foi realizada como nos Exemplos de teste 4-1 a 4-4, exceto que as condições de ajuste dos valores da propriedade da película óptica foram como descritas abaixo.

Membro de base

Espessura D: 135 μm

Módulo de elasticidade: 3000 MPa

Camada de superfície

Espessura d: 20 μm , 60 μm , 120 μm e 200 μm

Módulo de elasticidade : 20 MPa

A Fig. 36B é um gráfico mostrando os resultados da simulação dos Exemplos de teste 4-1 a 4-4, Exemplos de teste 5-1 a 5-4, e Exemplos de teste 6-1 a 6-4. A este respeito, visto que a altura da estrutura olho de mariposa é suficientemente pequena quando comparada com a espessura da camada de base, na simulação acima descrita, a superfície da película óptica é aproximada de uma superfície plana. O resultado da simulação com base na aproximação de uma superfície plana quase concorda com o resultado da medição real da deformação plástica da película óptica provida com uma estrutura olho de mariposa.

O seguinte é óbvio pela Fig. 36B.

Uma ocorrência de deformação plástica é suprimida independente do módulo de elasticidade do membro de base, especificando-se a espessura da camada de superfície como sendo de 60 μm ou mais. Portanto, uma ocorrência de deformação plástica é suprimida especificando-se a espessura da camada de base do elemento óptico (película olho de mariposa).

(Exemplo de teste 7)

A percentagem de alongamento, quando a superfície de película óptica foi pressionada com um lápis, foi determinada por simulação, como descrito abaixo.

Inicialmente, uma película óptica tendo uma estrutura de duas camadas como mostrado na Fig. 35, foi colocada. As condições de ajuste dos valores das propriedades desta película óptica foram como descritas abaixo. A este respeito, ANSYS Structural (produzido por ANSYS INC.) foi usado como um programa.

Membro de base

Espessura D: 400 μm

Módulo de elasticidade: 1 MPa

Camada de superfície

Espessura d: 20 μm

Módulo de elasticidade : 1 MPa

Subsequentemente, a percentagem de alongamento da película óptica, quando uma região sombreada diagonalmente mostrada na Fig. 35 foi pressionada com um lápis, foi determinada. As condições de pressão foram como descritas abaixo.

Carga de pressão: 0,75 kg

Área de pressão (área de região sombreada diagonalmente): 2 mm x 0,5 mm

Como é óbvio pelos resultados da simulação acima descrita, as percentagens de alongamento do membro de base e da camada de superfície, resultantes da deformação devido à pressão com o lápis, estão dentro da faixa de menos do que 20 %. Portanto, a fim de evitar o rompimento do membro de base, é preferível que as percentagens de alongamento, dos materiais formando o membro de base e a camada de superfície, sejam especificadas como sendo de 20 % ou mais.

(Exemplo de teste 8)

A percentagem de alongamento necessária para aderir as estruturas entre si foi determinada por simulação como descrito abaixo.

Inicialmente, um elemento óptico, como mostrado na Fig. 37, foi colocado. As condições de ajuste desta película óptica foram como descritas abaixo. A este respeito, ANSYS Structural (produzido por ANSYS INC.) foi usado como um programa.

Substrato

Espessura: 750 nm

Módulo de elasticidade: 100 MPa

Nanoestrutura

Formato: o formato de uma parabolóide

Altura: 250 nm

Passo: 200 nm

Relação de alongamento: 1,25

5 O número de estruturas: 3

Subsequentemente, uma carga foi aplicada a uma estrutura localizada no centro, entre três estruturas mostradas na Fig. 37, e a percentagem de alongamento foi determinada quando a parte de topo desta estrutura foi trazida em contato com uma superfície lateral de uma estrutura adjacente. A carga foi ajustada de tal modo que uma pressão de 7,5 MPa foi aplicada a uma região dentro da faixa de uma altura de 200 nm a 250 nm, em uma superfície lateral da estrutura central. Desta vez, a superfície de fundo foi fixada.

5 A Fig. 38A é um diagrama mostrando os resultados da simulação do Exemplo de teste 8.

Como é óbvio pelos resultados da simulação, o valor máximo da percentagem de alongamento, quando a parte de topo desta estrutura foi trazida em contato com uma superfície lateral de uma estrutura adjacente, foi de 50 %.

0 Portanto, é preferível especificar a percentagem de alongamento do material para a estrutura como sendo de 50 % ou mais, a fim de trazer em contato ou aderir as estruturas adjacentes entre si.

(Exemplo de teste 9)

5 A taxa de mudança $((\Delta X/P) \times 100)$ (%) do deslocamento ΔX do topo da estrutura relativa ao passo P, foi determinada por simulação como descrito abaixo.

Inicialmente, um elemento óptico, como mostrado na Fig. 37, foi colocado. As condições de ajuste desta película óptica foram como descritas abaixo. A este respeito, ANSYS Sctrutural (produzido por ANSYS

INC.) foi usado como um programa.

Substrato

Espessura: 750 nm

Módulo de elasticidade: 100 MPa

5 Nanoestrutura

Altura: 250 nm

Passo: 125 nm a 312,5 nm

Relação de alongamento: 0,8 a 2,0

O número de estruturas: 3

0 Subsequentemente, uma carga foi aplicada a uma estrutura localizada no centro, entre três estruturas mostradas na Fig. 37. Especificamente, uma pressão de 7,5 MPa foi aplicada em uma região dentro da faixa de uma altura de 200 nm a 250 nm, em uma superfície lateral da estrutura central, e a taxa de mudança ($((\Delta X/P) \times 100)$ (%) do deslocamento do topo do topo da estrutura relativa ao passo P, foi determinada. Desta vez, a superfície de fundo foi fixada. Aqui, o deslocamento ΔX da estrutura refere-se a um deslocamento do topo da estrutura na direção do eixo geométrico X (refere-se à Fig. 37.)

0 A Fig. 38B é um gráfico mostrando os resultados da simulação do Exemplo de teste 9. Na Fig. 38B, o eixo geométrico horizontal indica o desempenho de limpeza (dependência da relação de alongamento (A.R.)), e o eixo geométrico vertical indica a taxa de mudança do deslocamento ΔX do topo da estrutura relativa ao passo P.

5 Como é óbvio pela Fig. 38B, o desempenho de limpeza é melhorado quando a taxa de mudança do deslocamento ΔX do topo da estrutura relativa ao passo P aumenta. Por exemplo, em A.R. = 1,2, o desempenho de limpeza é melhorado de um fator de 1,6 quando comparado com aquele de A.R. = 0,8.

Acredita-se que as causas da melhoria acima descrita no

desempenho de limpeza são como descritas abaixo.

(1) Acredita-se que a largura do passo das estruturas relativas à altura das estruturas tornou-se relativamente menor em razão de um aumento na relação de alongamento, o óleo foi eficazmente retirado mesmo em baixo grau de deformação da nanoestrutura e, desse modo, o desempenho da limpeza foi melhorado.

(2) Acredita-se que a nanoestrutura foi deformada por uma força menor em razão de um aumento na relação de alongamento e, desse modo, o desempenho de limpeza foi melhorado.

) (Exemplos de teste 10-1 a 10-8)

A refletância luminosa do elemento óptico foi determinada por simulação óptica com base em um método RCWA. As condições da simulação foram como descritas abaixo.

Formato da estrutura: o formato de uma parabolóide

;) Padrão de arranjo das estruturas: treliça quase hexagonal

Altura da estrutura: 125 a 1250 nm

Passo de arranjo das estruturas: 250 nm

Relação de alongamento da estrutura: 0,5 a 5

) A Fig. 39 é um gráfico mostrando os resultados da simulação dos Exemplos de teste 10-1 a 10-8. A Tabela 9 mostra os resultados da simulação dos Exemplos de teste 10-1 a 10-8. A este respeito, os resultados da simulação (desempenho de limpeza) do Exemplo de teste 9 são também mostrados na Fig. 39 e Tabela 9.

Tabela 9

	Exemplo de Teste 10-1	Exemplo de Teste 10-2	Exemplo de Teste 10-3	Exemplo de Teste 10-4	Exemplo de Teste 10-5	Exemplo de Teste 10-6	Exemplo de Teste 10-7	Exemplo de Teste 10-8
Relação de alongamento	0,50	0,80	1,00	1,20	2,00	3,00	4,00	5,00
Refletância luminosa (%)	0,63	0,04	0,18	0,19	0,08	0,05	0,04	0,03
Desempenho de limpeza	-	2,04	4,28	8,06	49,68	-	-	-

Como é óbvio pela Fig. 39 e Tabela 9, a característica de refletância e a característica de transmissão tendem a ser degradadas quando a relação de alongamento é menor do que 0,6 e, portanto, é preferível que a relação de aspecto seja especificada como sendo de 0,6 ou mais, a fim de

5 melhorar as características ópticas e o desempenho de limpeza. A este respeito, de acordo com as descobertas obtidas pelos presentes inventores com base nos experimentos, é preferível que a relação de alongamento seja especificada como sendo de 5 ou menos, considerando-se a propriedade de

0 liberação de molde é melhorada realizando-se revestimento de flúor sobre o estampador e adicionando-se um aditivo baseado em silicone ou aditivo baseado em flúor à resina de transferência. Além disso, no caso em que a relação de alongamento exceder 4, não há grande mudança na refletância luminosa. Portanto, é preferível que a relação de alongamento seja

5 especificada estando dentro da faixa de 0,6 ou mais e 4 ou menos.

Até este ponto, os exemplos da presente invenção foram explicados com referência ao substrato anti-reflexão. Entretanto, os exemplos acima descritos podem ser variavelmente modificados com base na idéia técnica da presente invenção.

0 Até este ponto, as formas de realização e os exemplos da presente invenção foram especificamente explicados. Entretanto, a presente invenção não é limitada às formas de realização e aos exemplos acima descritos, e várias modificações podem ser feitas com base na idéia técnica da presente invenção.

5 Por exemplo, as configurações, os métodos, os formatos, os materiais, os valores numéricos e similares, mencionados nas formas de realização e exemplos acima descritos, não são mais do que exemplos e, quando necessário, configurações, métodos, formatos, materiais, valores numéricos e similares diferentes deles, podem também ser empregados.

Além disso, as configurações individuais das formas de realização acima descritas podem ser combinadas entre si, dentro dos limites de não fugir do assunto da presente invenção.

Além disso, nas formas de realização acima descritas, são
5 descritos exemplos de aplicações da presente invenção nos dispositivos de exibição de cristal líquido, embora a presente invenção possa também ser aplicada a vários dispositivos de exibição que não o dispositivo de exibição de cristal líquido. Por exemplo, a presente invenção pode ser aplicada a vários dispositivos de exibição, por exemplo, displays de tubo de raios catódicos
10 (CRT), painéis de display de plasma (PDP), displays de eletroluminescência (EL) e displays emissores de elétrons de condução em superfície (SED). Além disso, a presente invenção pode ser aplicada em painéis de toque. Especificamente, por exemplo, o elemento óptico, de acordo com a forma de realização acima descrita, pode ser usado como um substrato provido em um
15 painel de toque e similares.

Além disso, nas formas de realização acima descritas, uma função de prevenção de inspeção pode ser fornecida ao elemento óptico mudando-se o passo das estruturas apropriadamente, a fim de gerar luz difratada na direção de inclinação com respeito à frente.

Além do mais, nas formas de realização acima descritas, uma
20 camada de baixo índice refrativo pode ser ainda disposta na superfície do substrato provido com as estruturas. É preferível que o componente primário da camada de baixo índice refrativo seja um material tendo um índice refrativo mais baixo do que aqueles dos materiais constituindo o substrato e as
25 estruturas. Exemplos de materiais para uma tal camada de baixo índice refrativo incluem os materiais orgânicos, por exemplo, resinas baseadas em flúor, e materiais inorgânicos de baixo índice refrativo, por exemplo, LiF e MgF₂.

Além disso, nas formas de realização acima descritas, são

descritos exemplos de produção do elemento óptico a partir de resina fotossensível, embora o método para manufaturar o elemento óptico não seja limitado a estes exemplos. Por exemplo, o elemento óptico pode ser produzido através de transferência térmica ou moldagem por injeção.

- ;) Além disso, nas formas de realização acima descritas, são descritos exemplos de produção das estruturas côncavas ou convexas na superfície do perímetro externo do estampador, no formato de uma coluna circular ou de um cilindro circular. Entretanto, no caso em que o estampador está no formato de um cilindro circular, estruturas côncavas ou convexas podem ser dispostas no perímetro interno do estampador.

- ;) Além disso, nas formas de realização acima descritas, o módulo de elasticidade do material constituindo as estruturas pode ser especificado como sendo de 1 MPa ou mais e 200 MPa ou menos, e a relação de alongamento das estruturas pode ser especificada como sendo de 0,2 ou mais, ou menos do que 0,6. Neste caso também, manchas, por exemplo, impressões digitais, aderidas na superfície do elemento óptico são removidas.

- ;) Além disso, nas formas de realização acima descritas, foram explicados os exemplos de aplicação da presente invenção nos elementos ópticos. Entretanto, a presente invenção não é limitada a estes exemplos e a presente invenção é aplicada em estruturas delgadas que não os elementos ópticos. Quanto às estruturas delgadas que não os elementos ópticos, a presente invenção é aplicada, por exemplo, em estruturas de cultura celular e vidro de repelente a água através do uso de efeito de lótus.

- ;) Além disso, nas formas de realização acima descritas, os módulos de elasticidade do membro de base, da camada de base e das estruturas, podem ser mudados no interior deles. Por exemplo, aqueles módulos de elasticidade podem ter distribuição na direção da espessura do membro de base, na direção da espessura da camada de base ou na direção da altura da estrutura. Neste caso, a mudança do módulo de elasticidade é

especificada como sendo contínua ou descontínua.

O presente pedido contém o assunto relacionado com aquele descrito no Pedido de Patente Prioritária Japonesa JP 2009-203181, depositado no Escritório de Patentes Japonesas em 2 de Setembro de 2009, e
5 JP-2010-174046, depositado em 2 de agosto de 2010, cujo inteiro conteúdo é incorporado por este meio por referência.

Deve ser entendido por aqueles hábeis na arte que várias modificações, combinações, sub-combinações e alterações podem ocorrer, dependendo das necessidades projetadas e outros fatores, na medida em que
0 eles se situem dentro do escopo das reivindicações anexas ou seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento óptico com uma função anti-reflexão,
caracterizado pelo fato de que compreende:
uma substância tendo uma superfície; e
5 uma pluralidade de estruturas
formadas de partes convexas ou partes côncavas e arranjadas
em grandes números sobre a superfície do substrato, com um diminuto
afastamento menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível,
em que o módulo de elasticidade do material formando as
0 estruturas é de 1 MPa ou mais e 1200 MPa ou menos, e
o alongamento da estrutura é de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos.
2. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma camada tratada na
superfície, disposta sobre as estruturas, em que a camada tratada na superfície
5 inclui um composto contendo pelo menos um tipo de flúor ou silício.
3. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 2,
caracterizado pelo fato de que o ângulo de contato de ácido oleico sobre a
superfície do substrato provido com a camada tratada na superfície é de 30
graus ou mais.
- 0 4. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 3,
caracterizado pelo fato de que o ângulo de contato do ácido oleico sobre a
superfície do substrato provido com a camada tratada na superfície é de 50
graus ou mais
- 5 5. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de que
as estruturas são dispostas de tal maneira a constituírem uma
pluralidade de linhas de pistas na superfície do substrato e formarem um
padrão de treliça hexagonal, um padrão de treliça quase-hexagonal, um
padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase-tetragonal, e

a estrutura tem o formato de um cone elíptico ou um cone truncado elíptico, que tem uma direção do eixo geométrico principal na direção da extensão das pistas.

5 6. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a pista tem o formato de uma linha reta ou o formato de um arco.

7. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a pista serpenteia.

0 8. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

as estruturas são dispostas de tal maneira a constituírem uma pluralidade de linhas de pistas sobre a superfície do substrato e formar um padrão de treliça quase-hexagonal, e

5 a altura ou a profundidade das estruturas na direção da extensão da pista é menor do que a altura ou a profundidade das estruturas na direção das linhas das pistas.

9. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

10 as estruturas são arranjadas de tal maneira a constituírem uma pluralidade de linhas de pistas sobre a superfície do substrato e formarem um padrão de treliça tetragonal ou um padrão de treliça quase-tetragonal, e

a altura ou a profundidade das estruturas na direção do arranjo inclinando-se com respeito à direção da extensão da pista é menor do que a altura ou a profundidade das estruturas na direção da extensão da pista.

15 10. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o afastamento P1 do arranjo das estruturas na mesma pista é maior do que o afastamento de arranjo P2 das estruturas entre duas pistas adjacentes.

11. Elemento óptico com uma função anti-reflexão,

caracterizado pelo fato de que compreende uma pluralidade de estruturas formadas de partes convexas e arranjadas em grandes números com um diminuto afastamento menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível,

5 em que as partes inferiores das estruturas adjacentes são mutuamente unidas,

o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é 1 MPa ou mais e 1.200 MPa ou menos e

o alongamento da estrutura é de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos.

0 12. Elemento óptico com uma função anti-reflexão, caracterizado pelo fato de que compreende:

um substrato tendo uma superfície; e

uma pluralidade de estruturas

formadas de partes convexas ou partes côncavas e

5 arranjadas em grandes números sobre a superfície do substrato com um afastamento diminuto menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível,

em que o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é 1 MPa ou mais e 1200 MPa ou menos, e

0 o alongamento da estrutura ser de 0,6 ou mais e 5 ou menos.

13. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o módulo de elasticidade do material formando o substrato é de 1 MPa ou mais e 3000 MPa ou menos.

5 14. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a espessura do substrato é de 60 μm ou mais.

15. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que

o substrato tem uma estrutura de camada composta de pelo menos duas camadas e

o módulo de elasticidade de uma camada de base disposta contígua às estruturas é de 1 MPa ou mais e 3000 MPa ou menos, entre a estrutura de camada composta de pelo menos duas camadas.

5 16. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a espessura da camada de base é de 60 µm ou mais.

17. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que
0 o substrato compreende uma camada de base disposta contígua às estruturas e um membro de base disposto contíguo à camada de base, e os módulos de elasticidade da camada de base e o membro de base são 1 MPa ou mais e 3000 MPa ou menos.

18. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a espessura total da camada de base e do
5 membro de base é de 60 µm ou mais.

19. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a percentagem de alongamento do material formando as estruturas é ser de 50% ou mais.

20. Elemento óptico de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a percentagem de alongamento do material
0 formando as estruturas é de 20% ou mais.

21. Dispositivo de exibição caracterizado pelo fato de que compreende o elemento óptico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20.

FIG. 1A

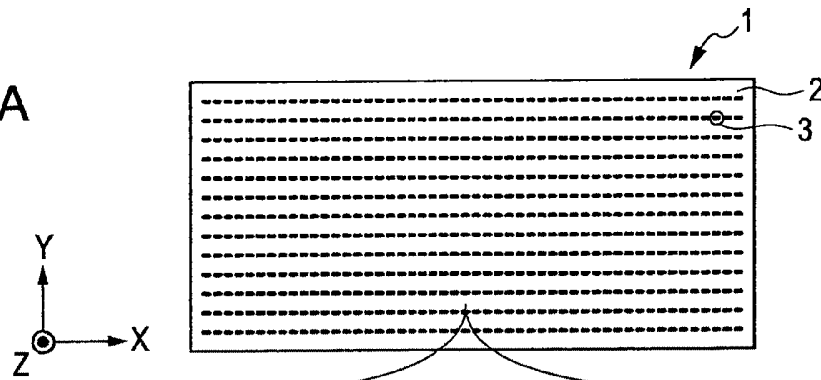


FIG. 1B

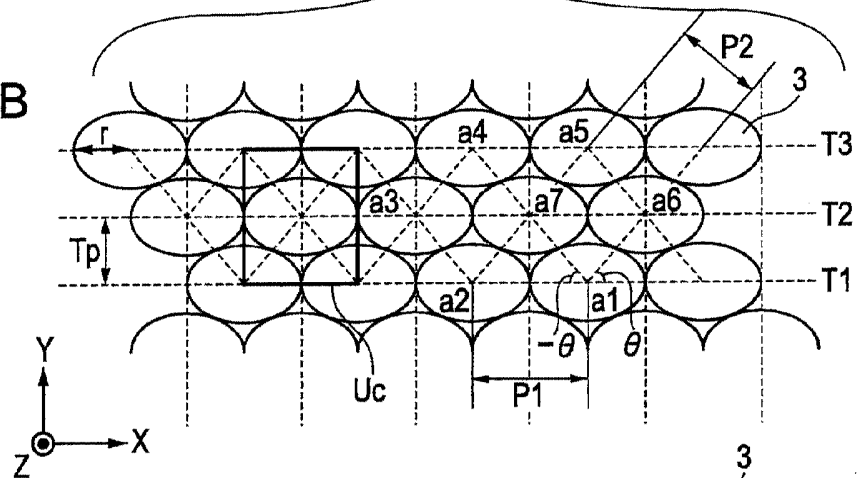


FIG. 1C

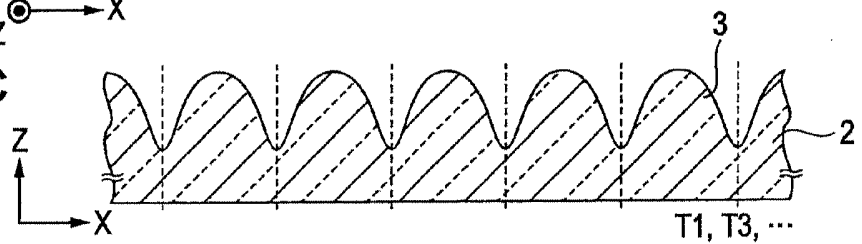


FIG. 1D

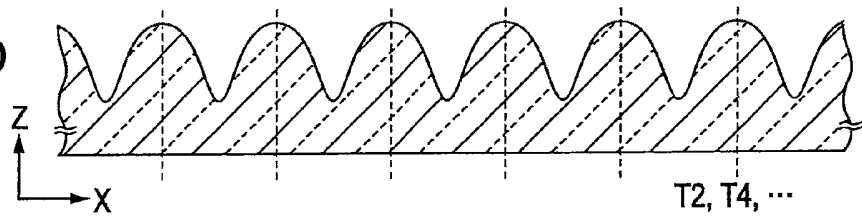


FIG. 1E

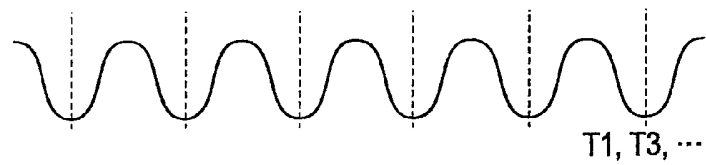


FIG. 1F

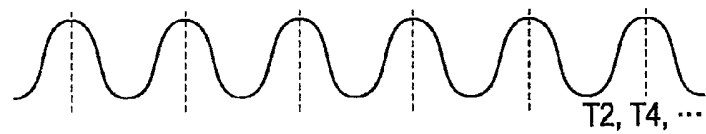


FIG. 2

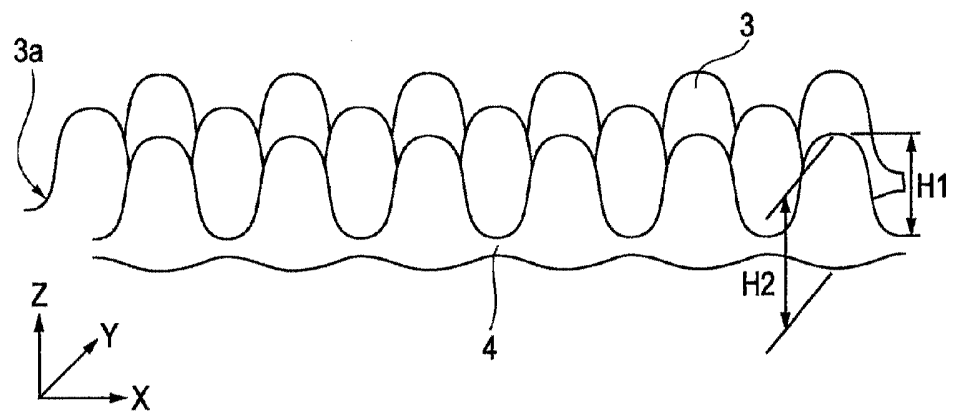


FIG. 3A

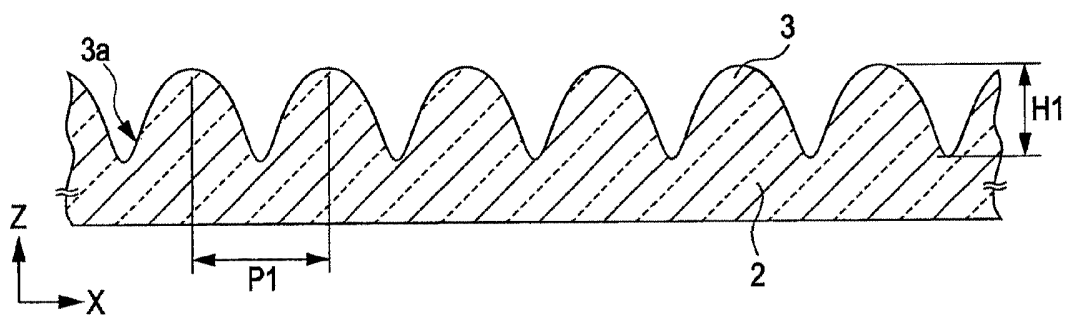


FIG. 3B

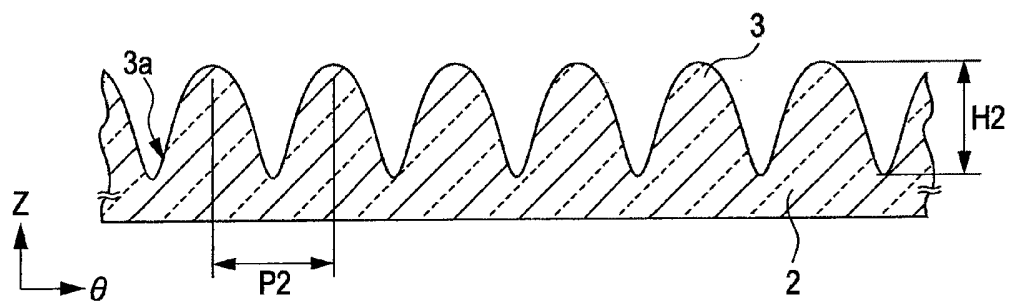


FIG. 4

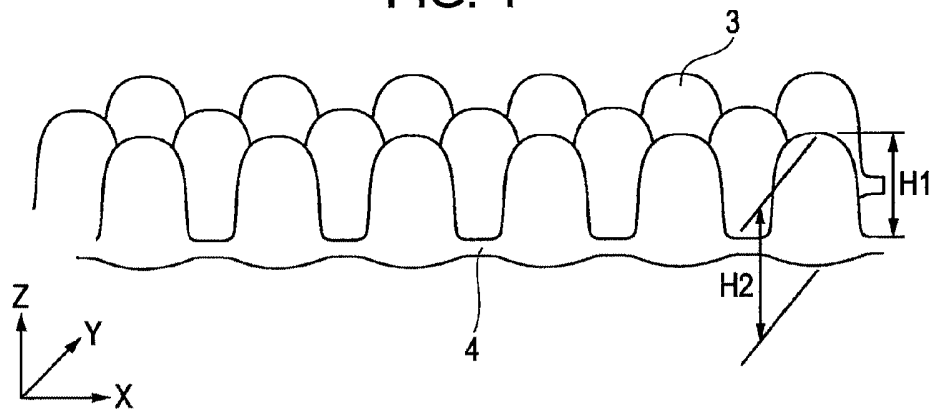


FIG. 5

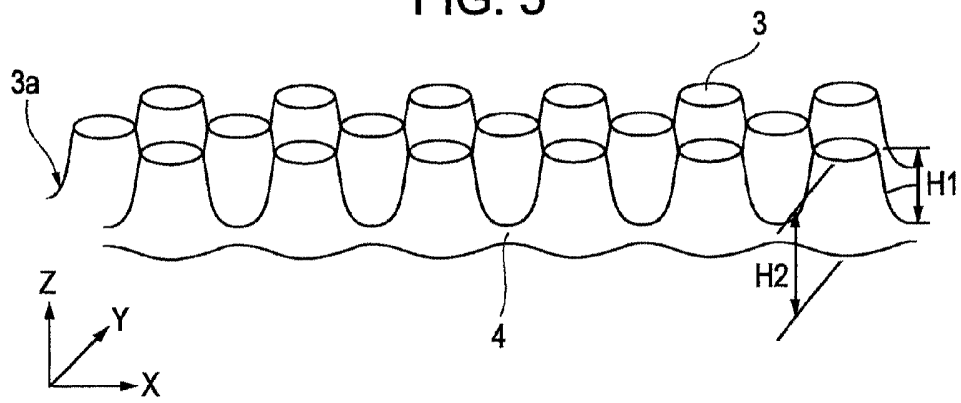


FIG. 6

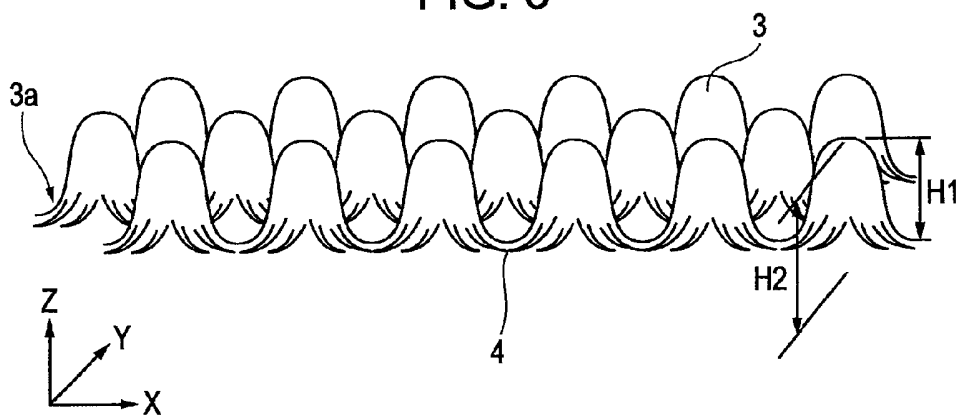


FIG. 7

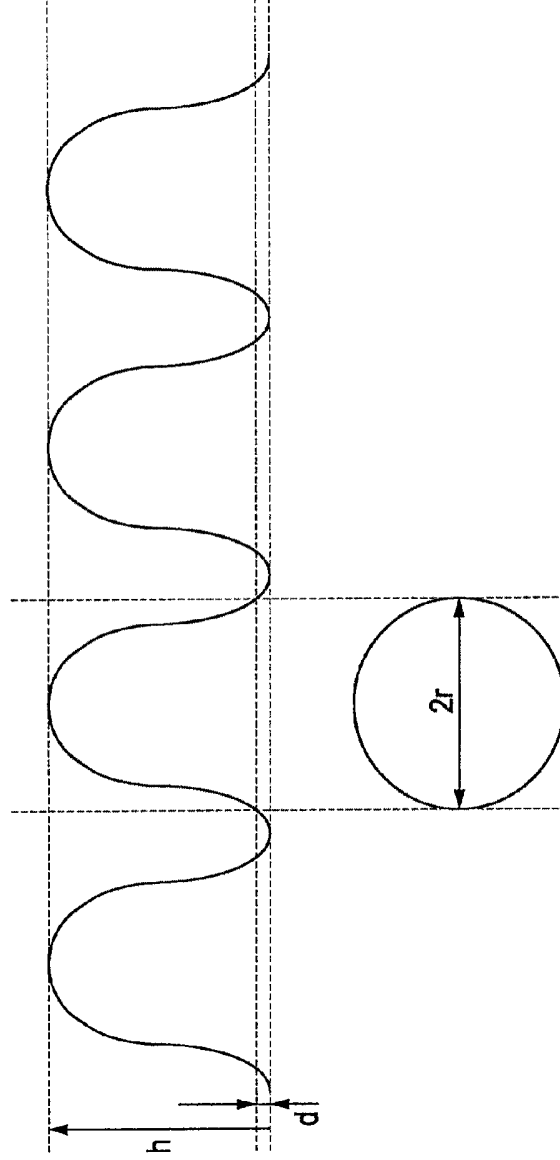


FIG. 8A

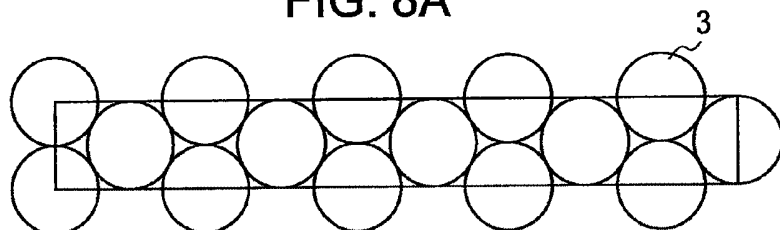


FIG. 8B

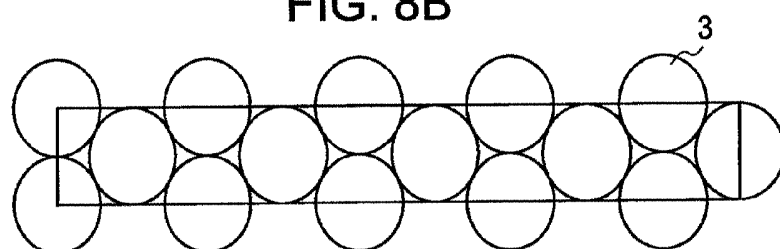


FIG. 8C

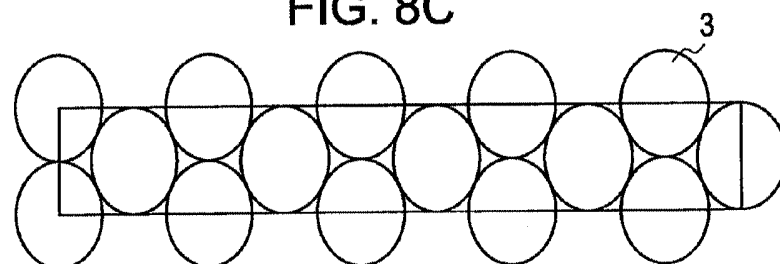


FIG. 8D

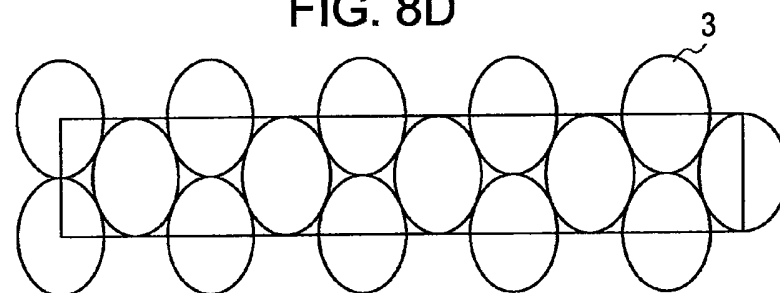


FIG. 9A

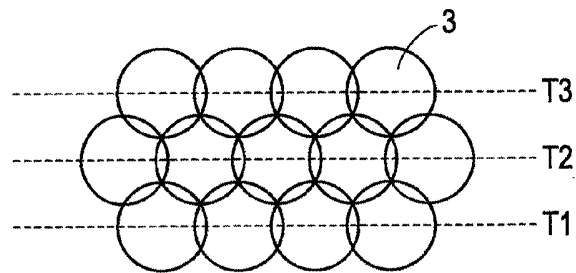


FIG. 9B

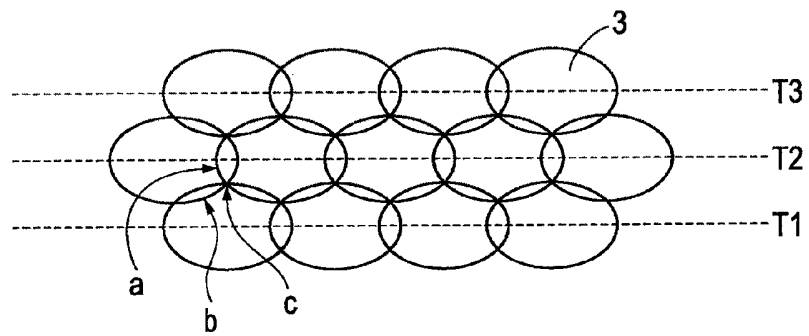


FIG. 10A

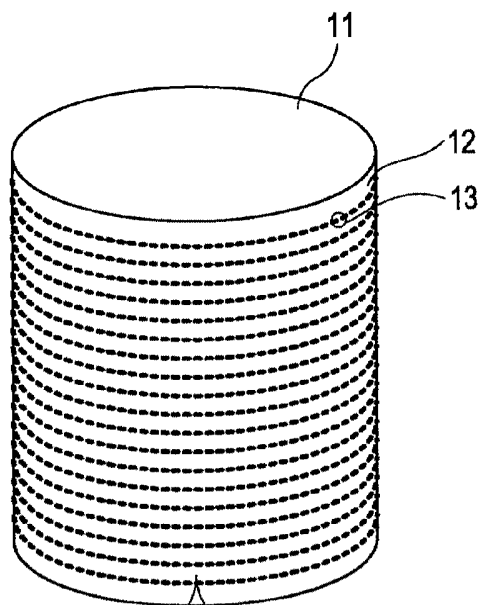


FIG. 10B

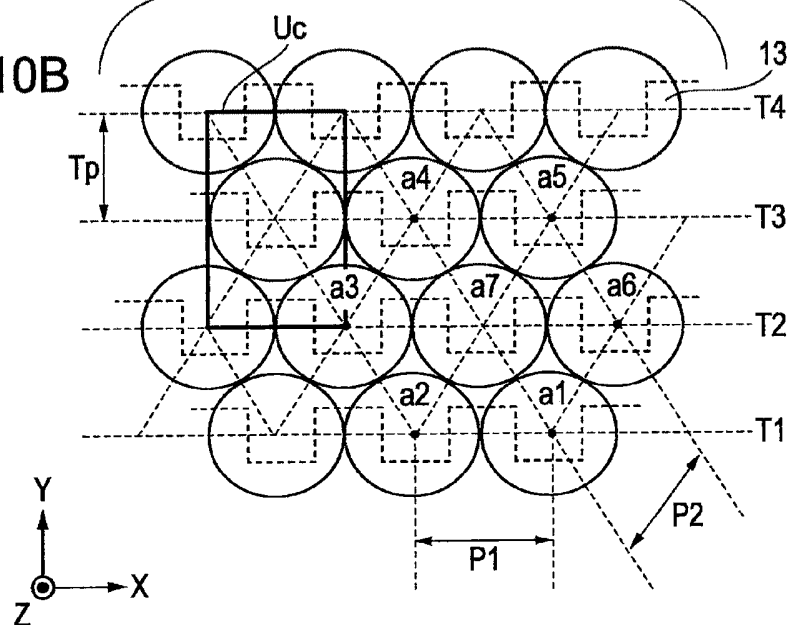


FIG. 11

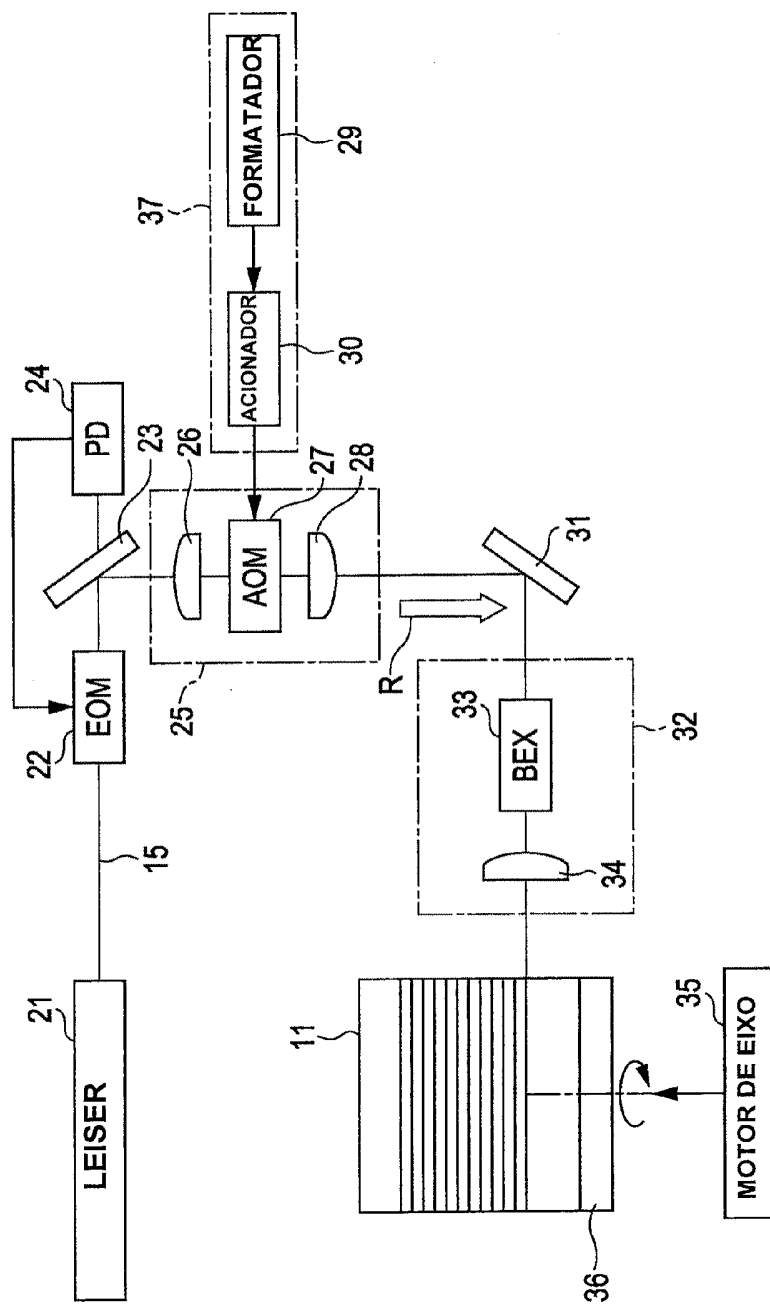


FIG. 12A

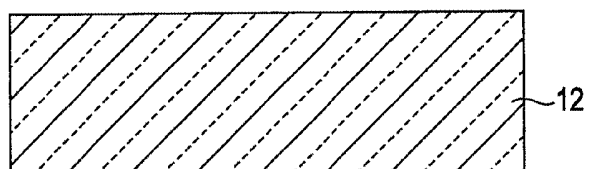


FIG. 12B

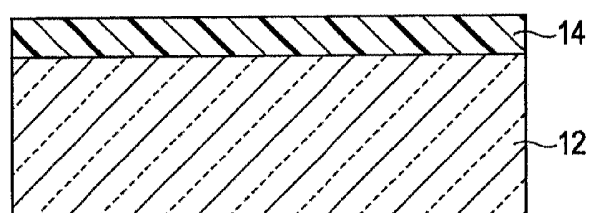
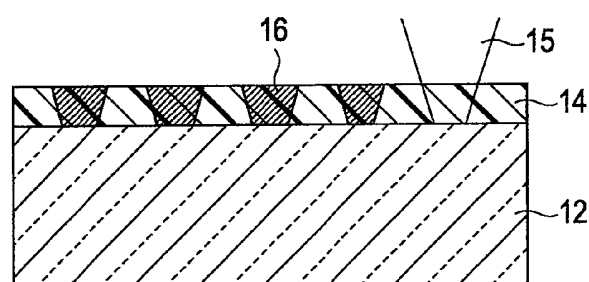


FIG. 12C



DIREÇÃO DAS LINHAS (DIREÇÃO
DO EIXO GEOMÉTRICO-Y)

DIREÇÃO DE EXTENSÃO DA PISTA
(DIREÇÃO DO EIXO GEOMÉTRICO-X).

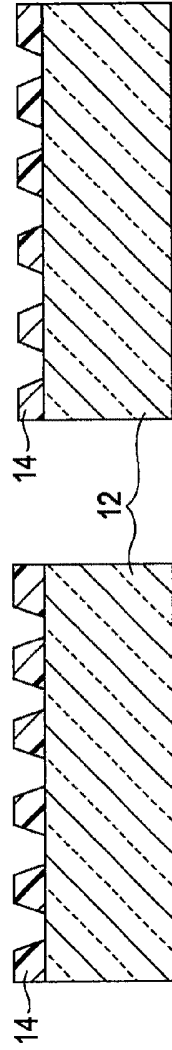


FIG. 13A

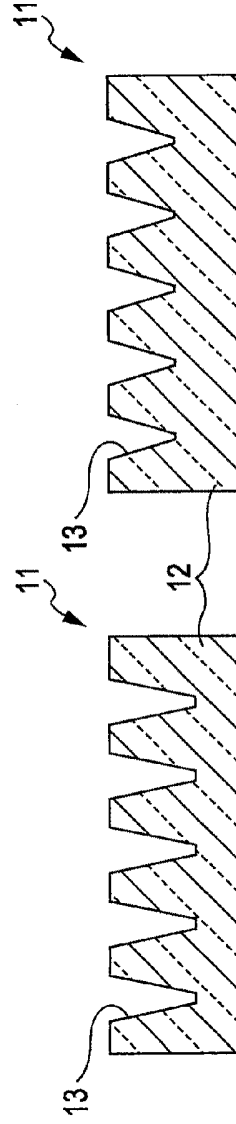


FIG. 13B

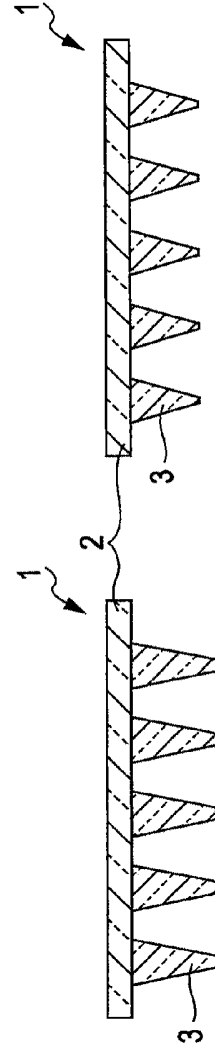


FIG. 13C

FIG. 14A

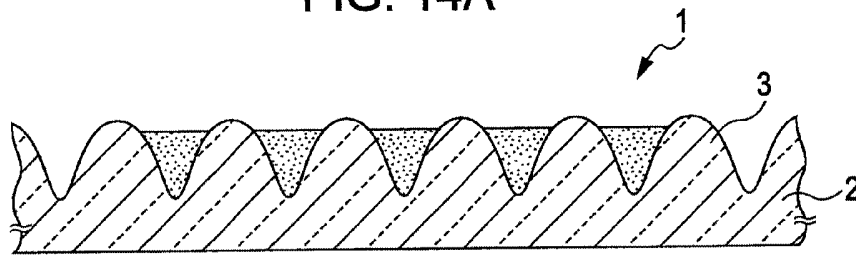


FIG. 14B

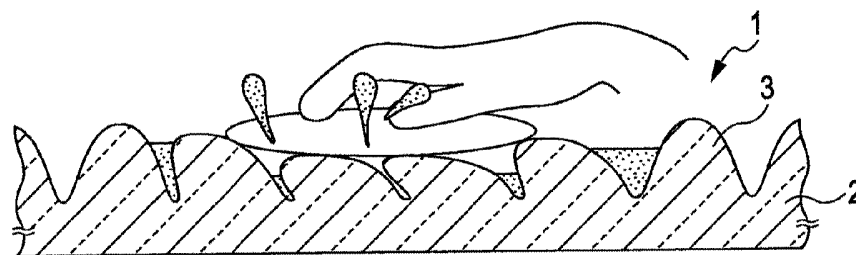


FIG. 14C

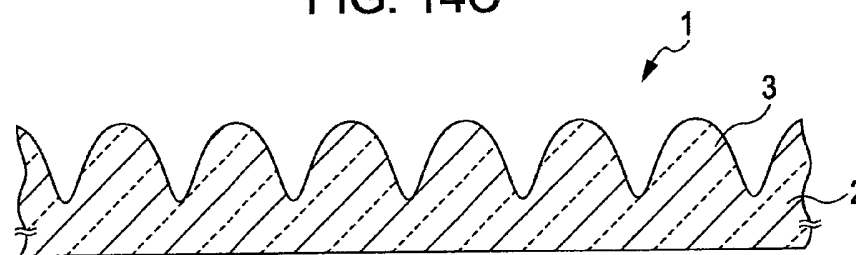


FIG. 15A

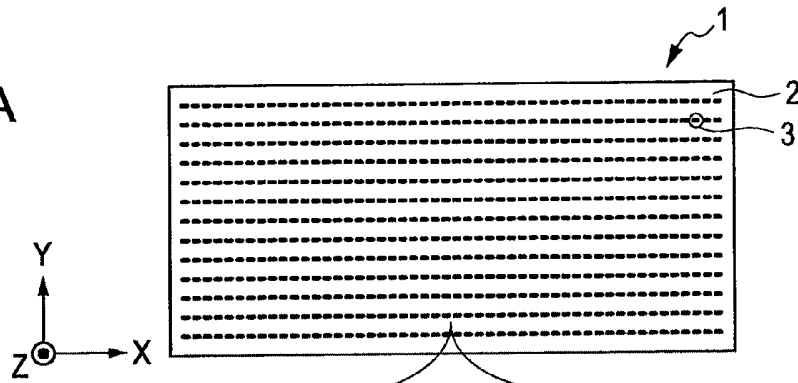


FIG. 15B

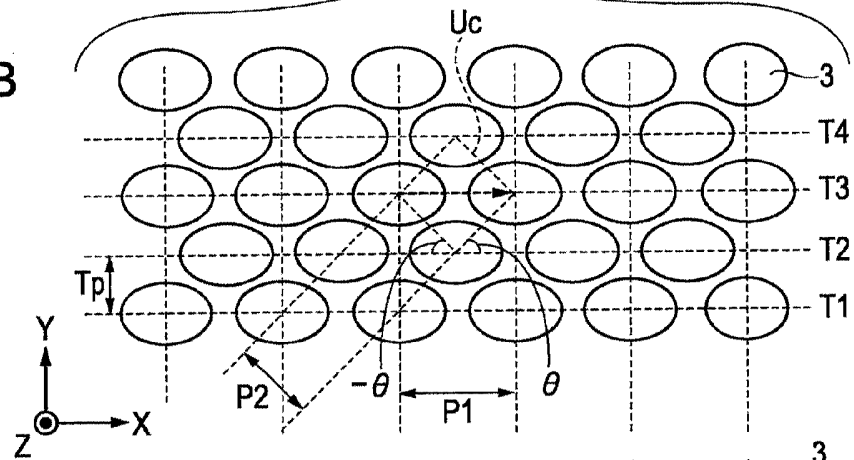


FIG. 15C

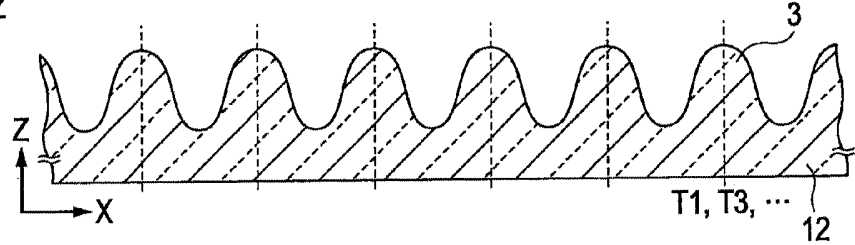


FIG. 15D

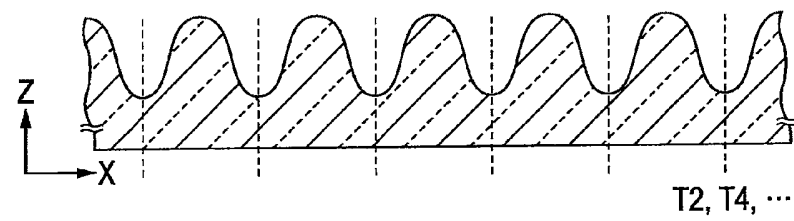


FIG. 15E

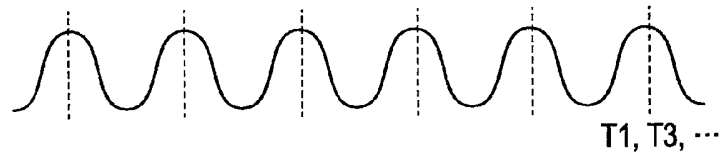


FIG. 15F

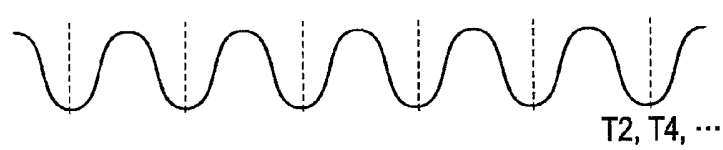


FIG. 16

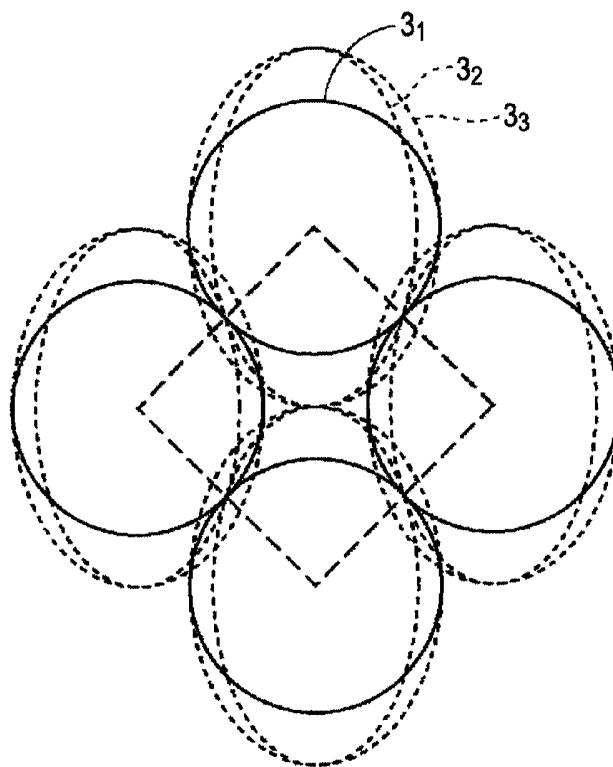


FIG. 17A

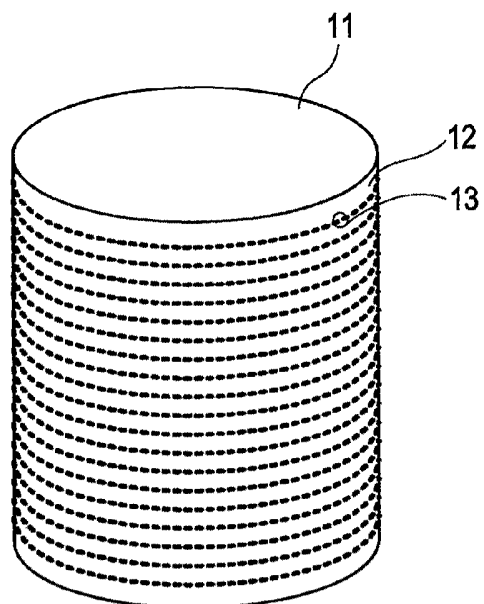


FIG. 17B

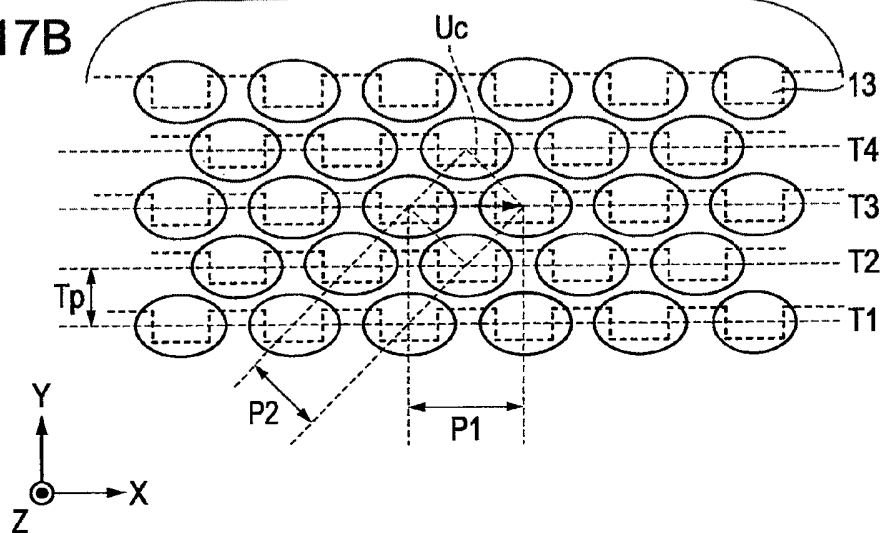


FIG. 18A

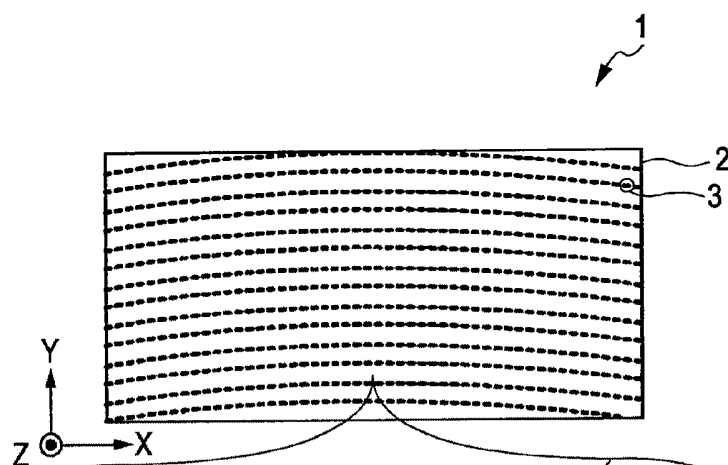


FIG. 18B

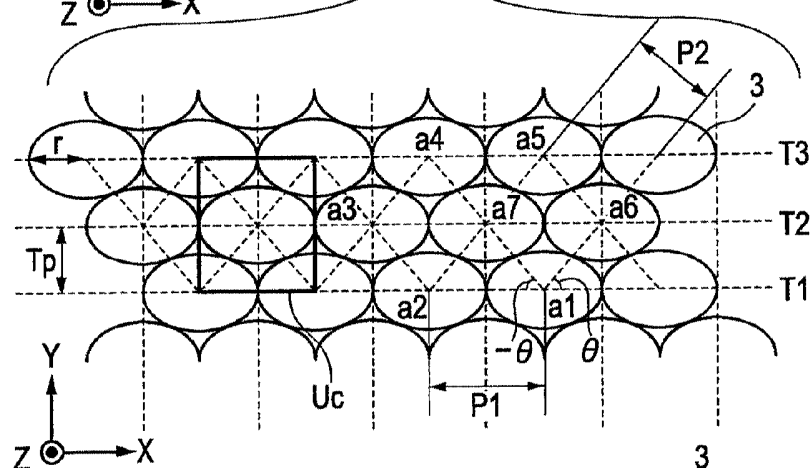


FIG. 18C

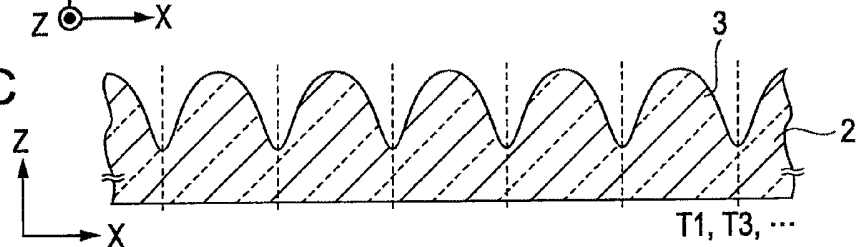


FIG. 18D

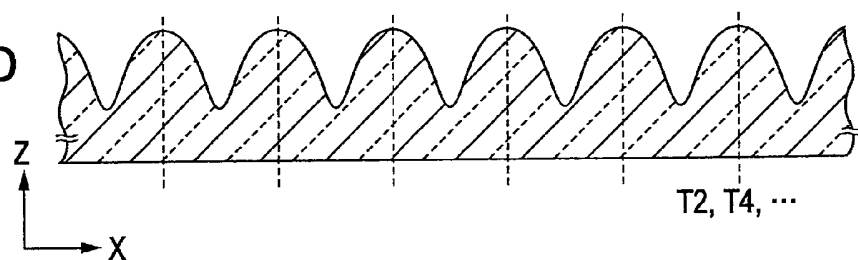


FIG. 19A

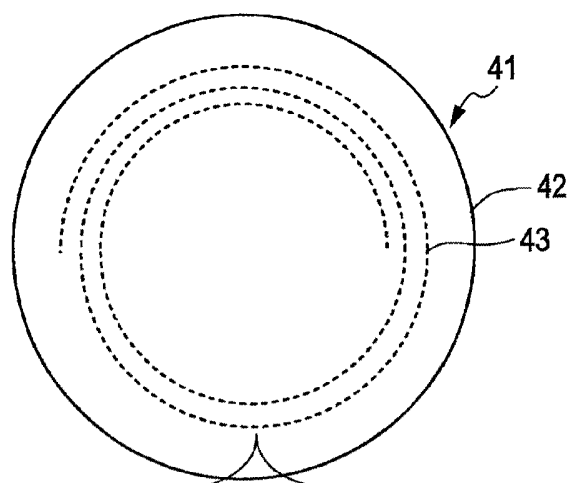


FIG. 19B

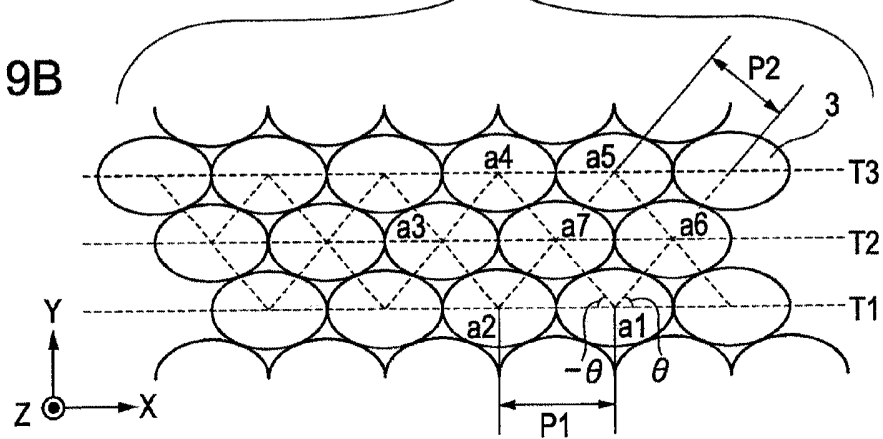
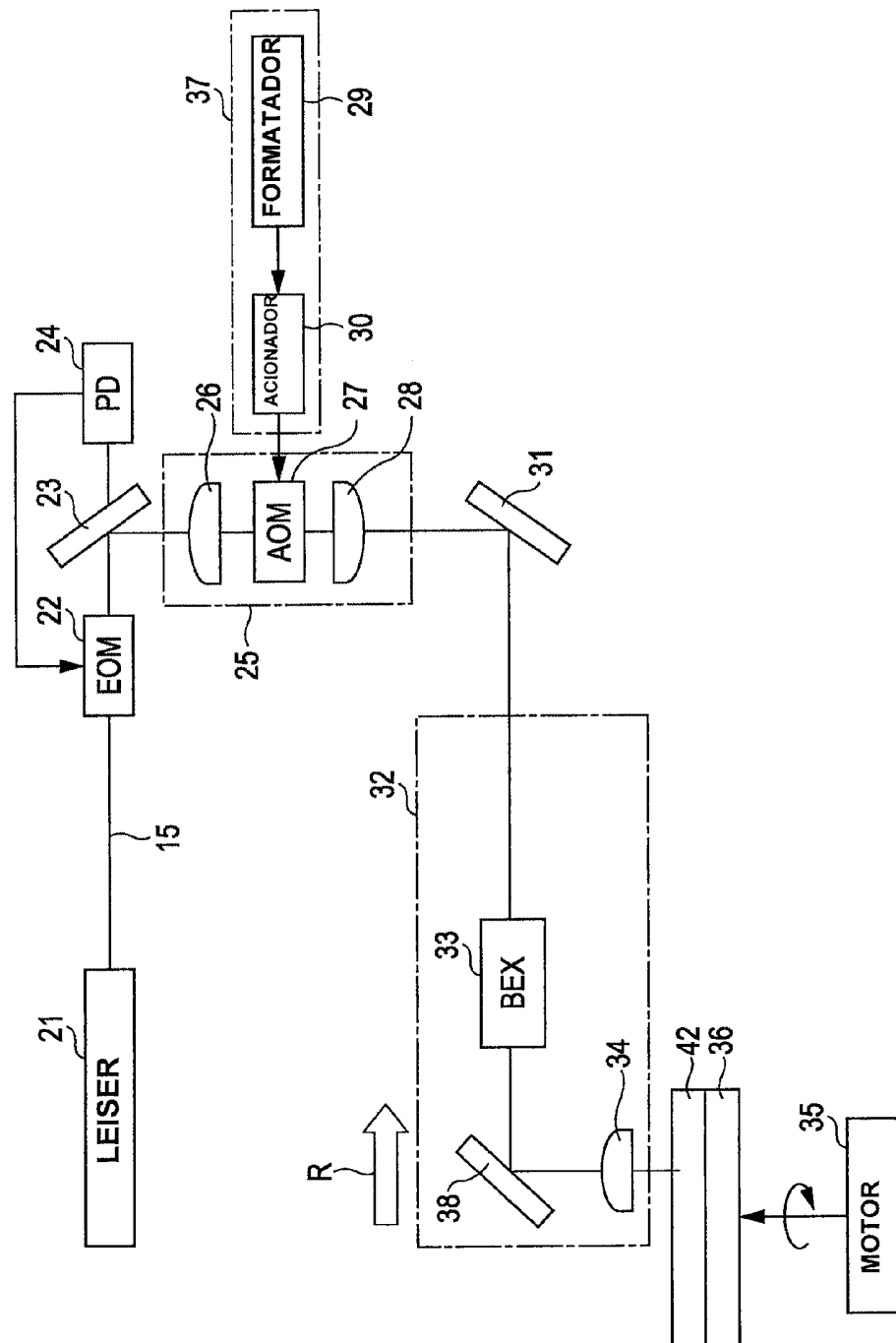


FIG. 20



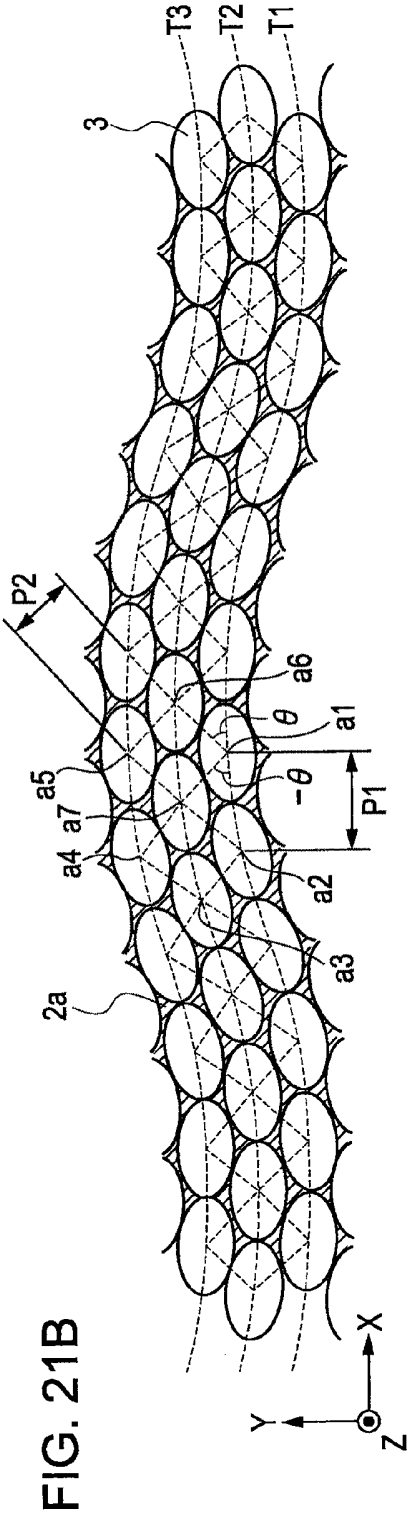
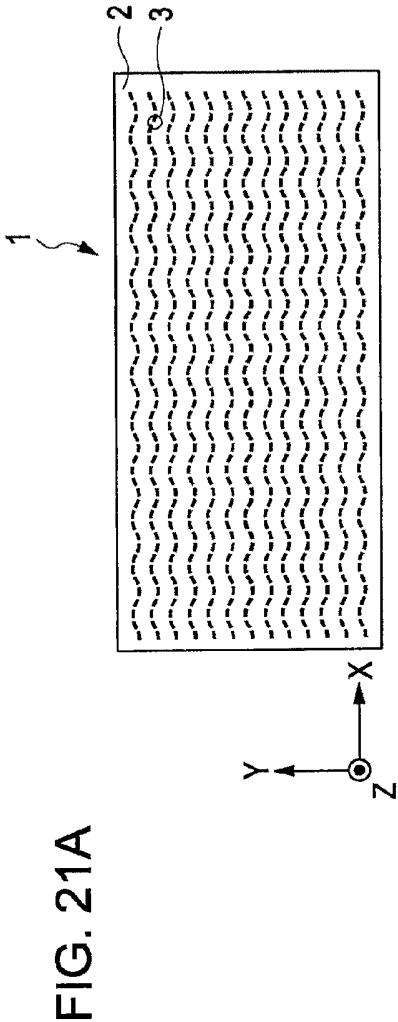


FIG. 22A

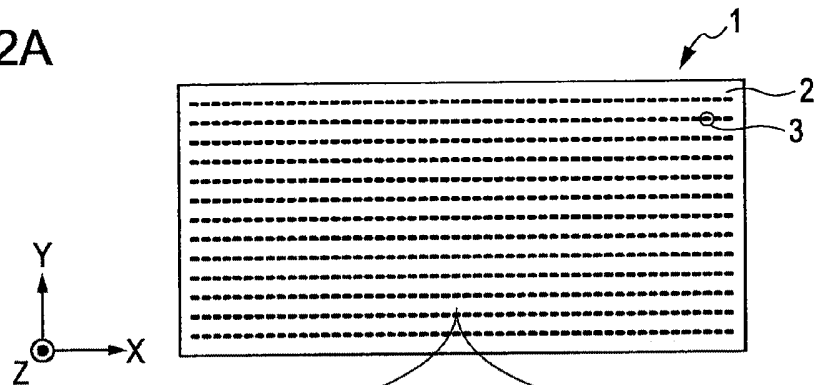


FIG. 22B

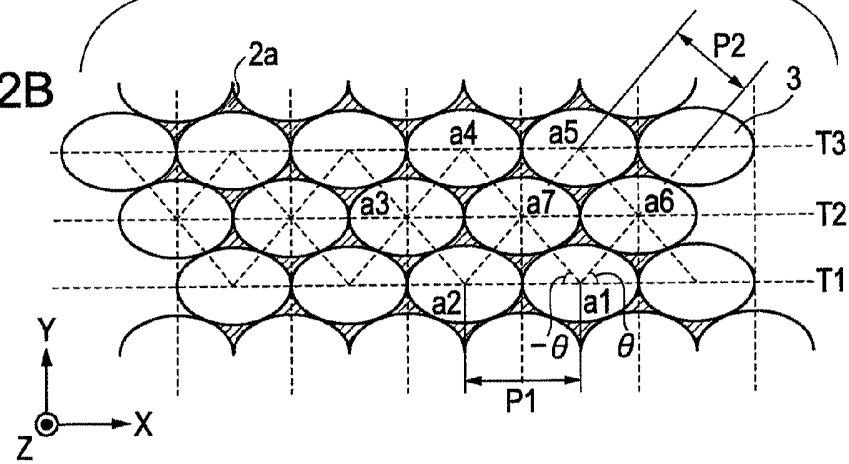


FIG. 22C

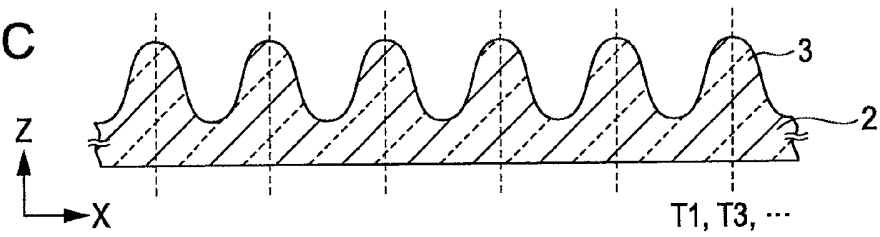


FIG. 22D

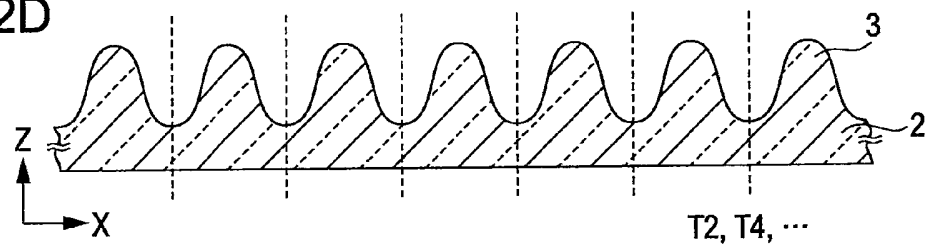


FIG. 23

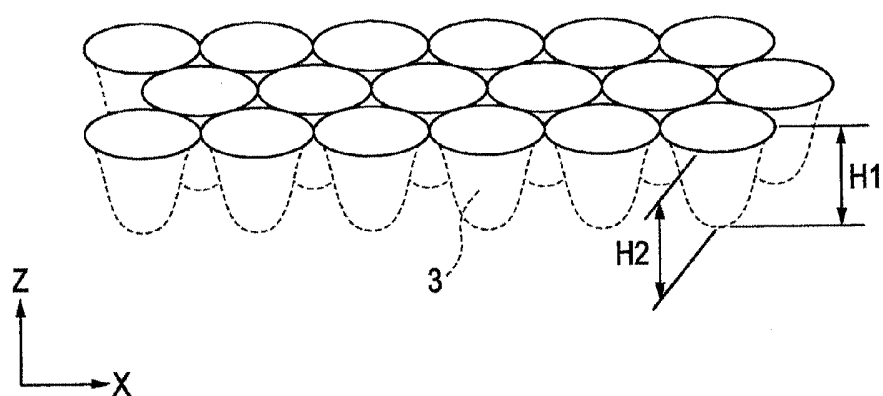


FIG. 24

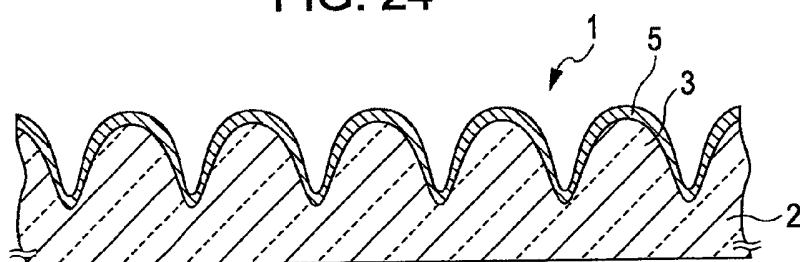


FIG. 25

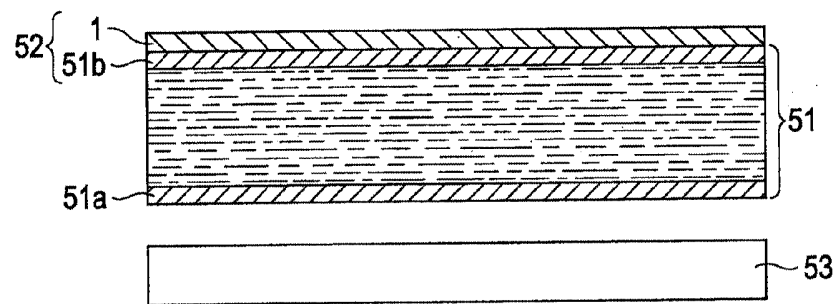


FIG. 26

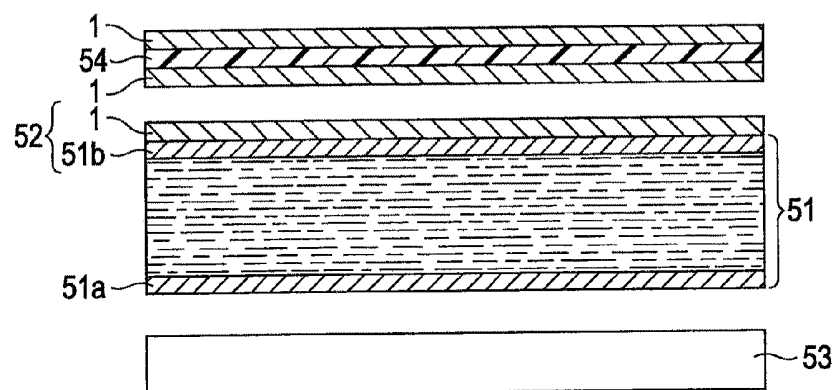


FIG. 27A

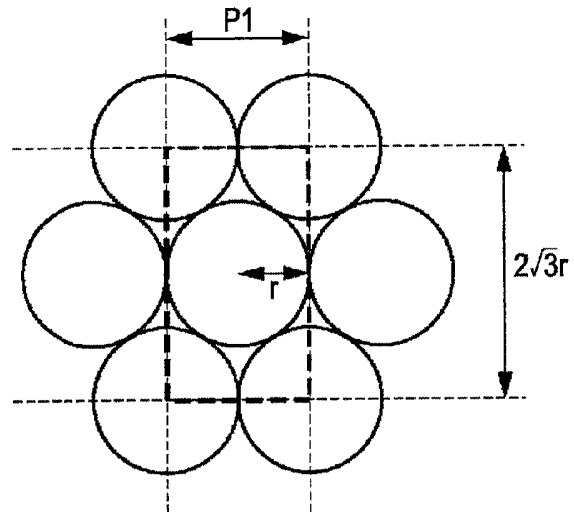


FIG. 27B

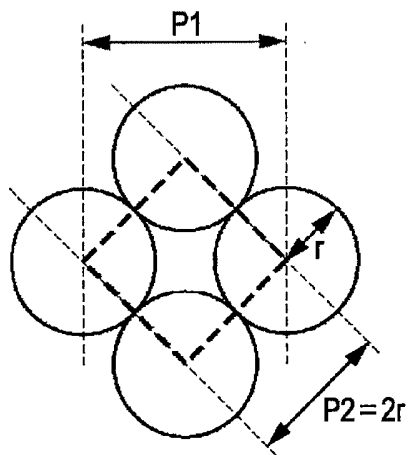


FIG. 28

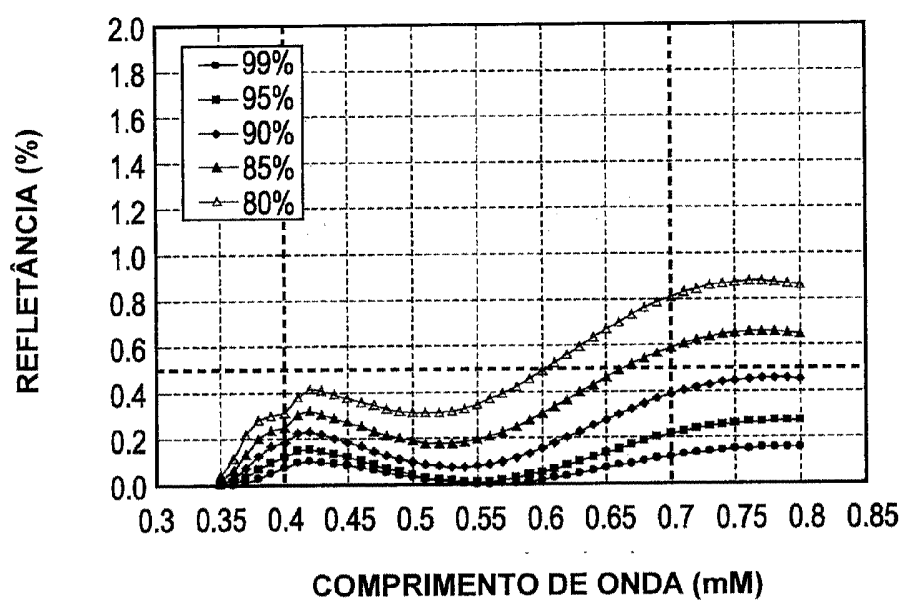


FIG. 29

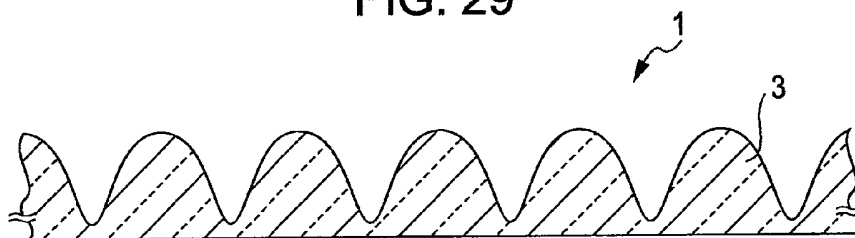


FIG. 30A

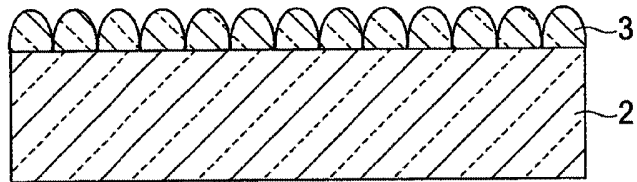


FIG. 30B

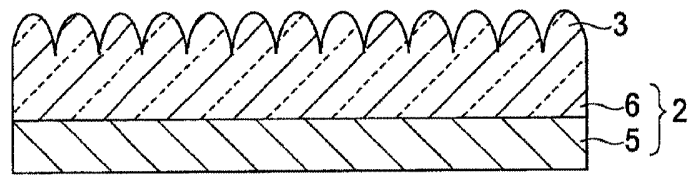


FIG. 30C

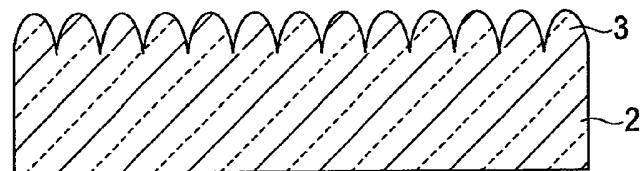


FIG. 31A

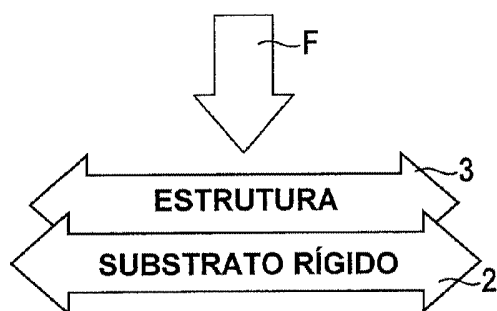


FIG. 31B

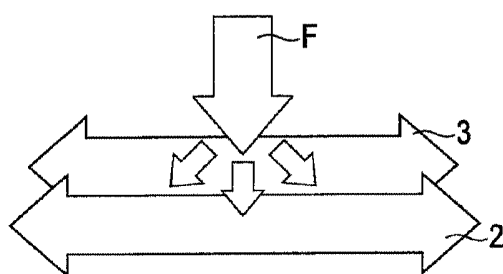


FIG. 31C

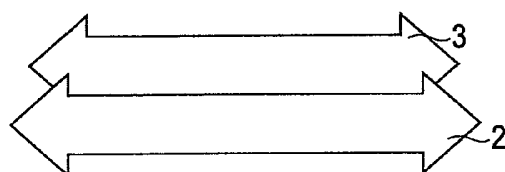


FIG. 32A

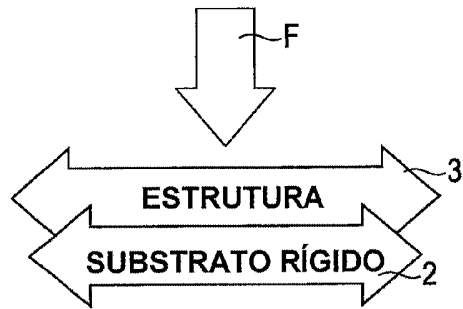


FIG. 32B

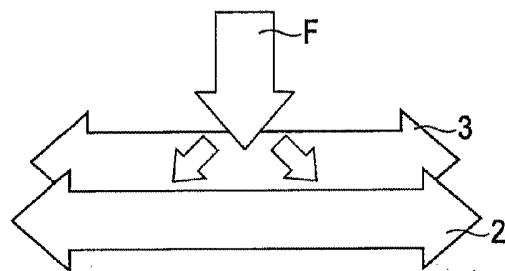


FIG. 32C

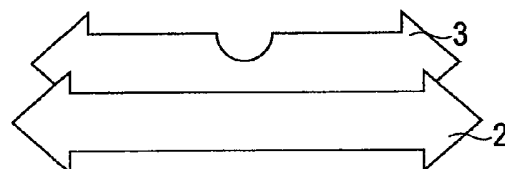


FIG. 33A

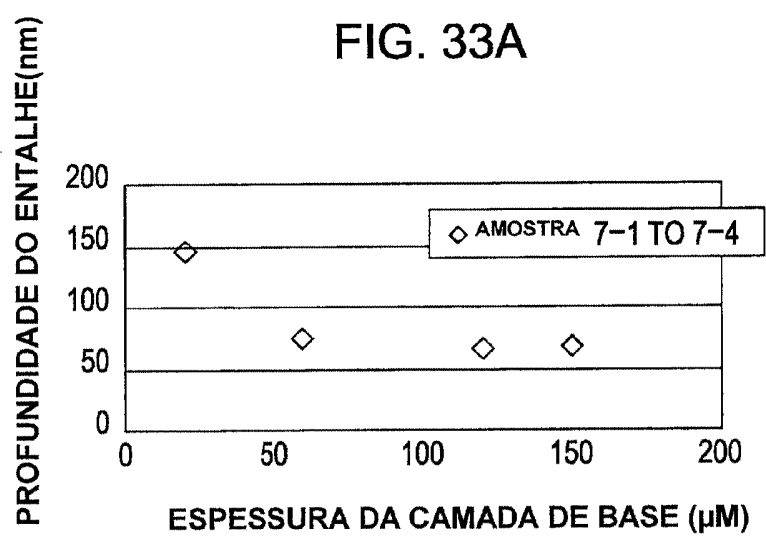


FIG. 33B

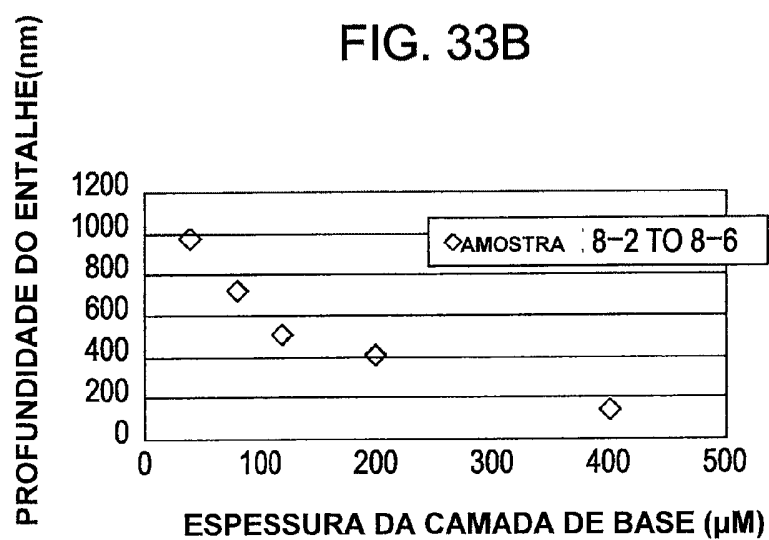


FIG. 34A

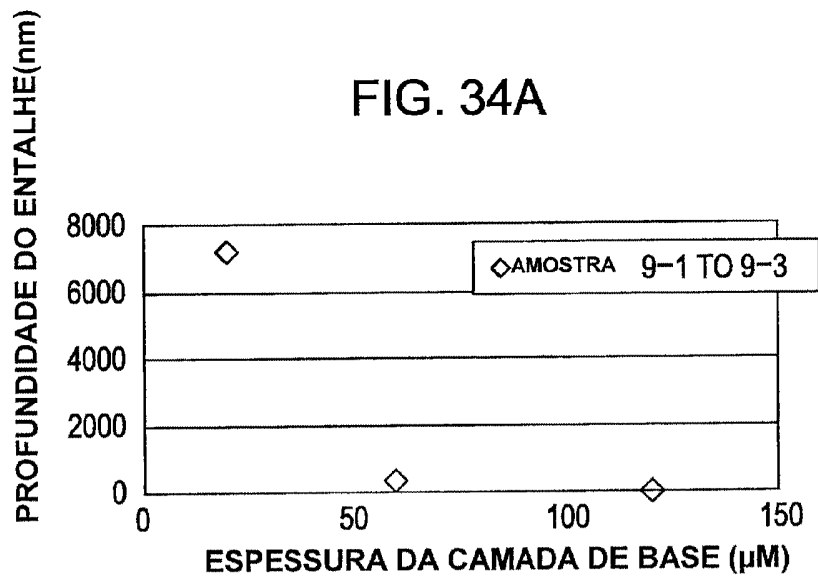


FIG. 34B

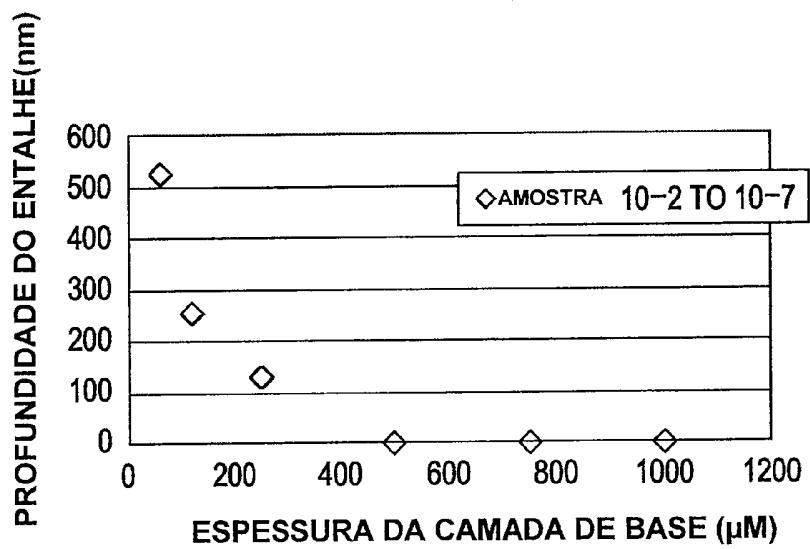
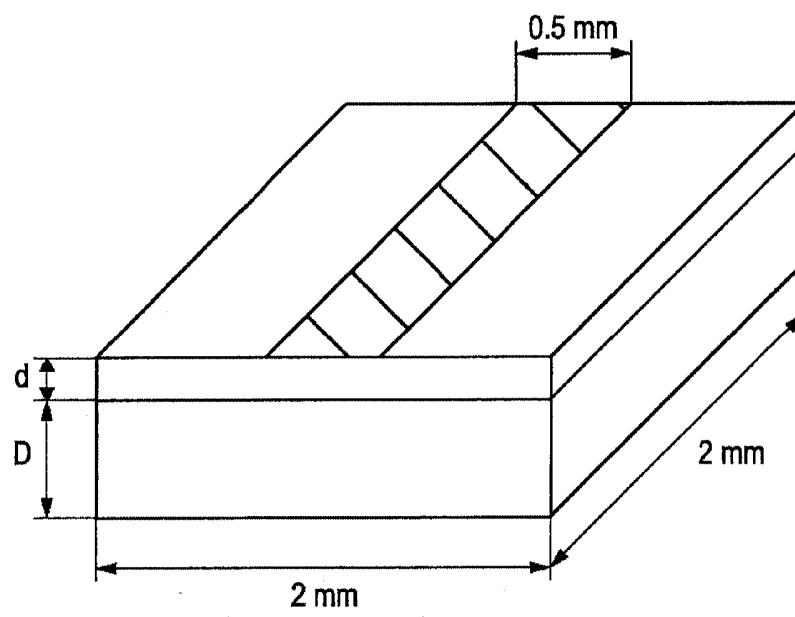


FIG. 35



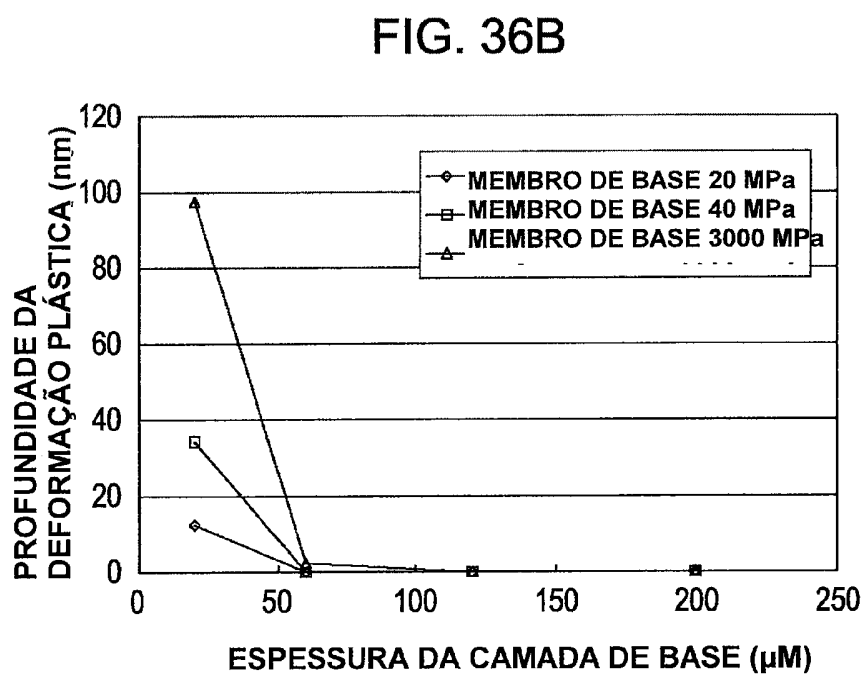
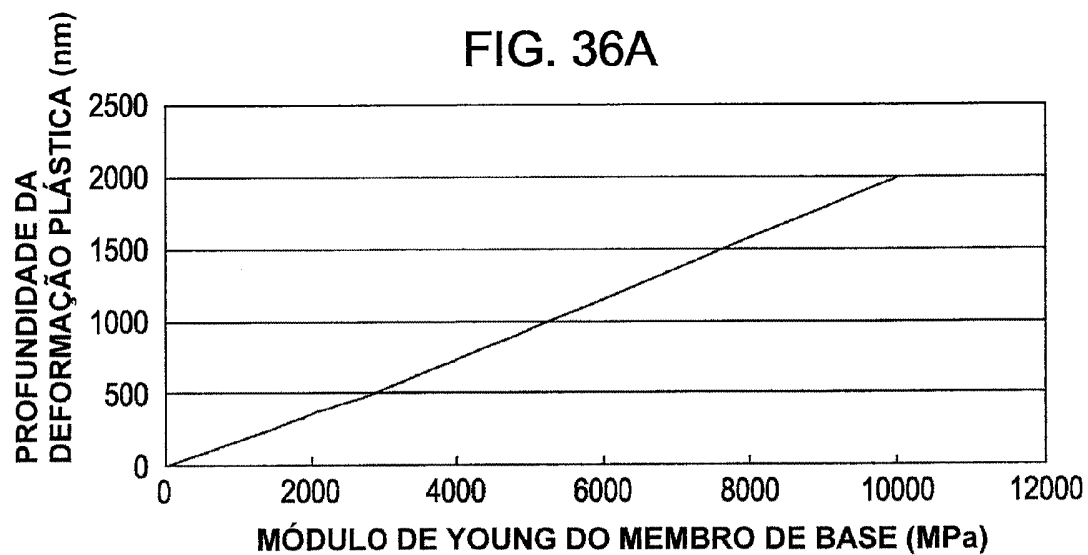


FIG. 37

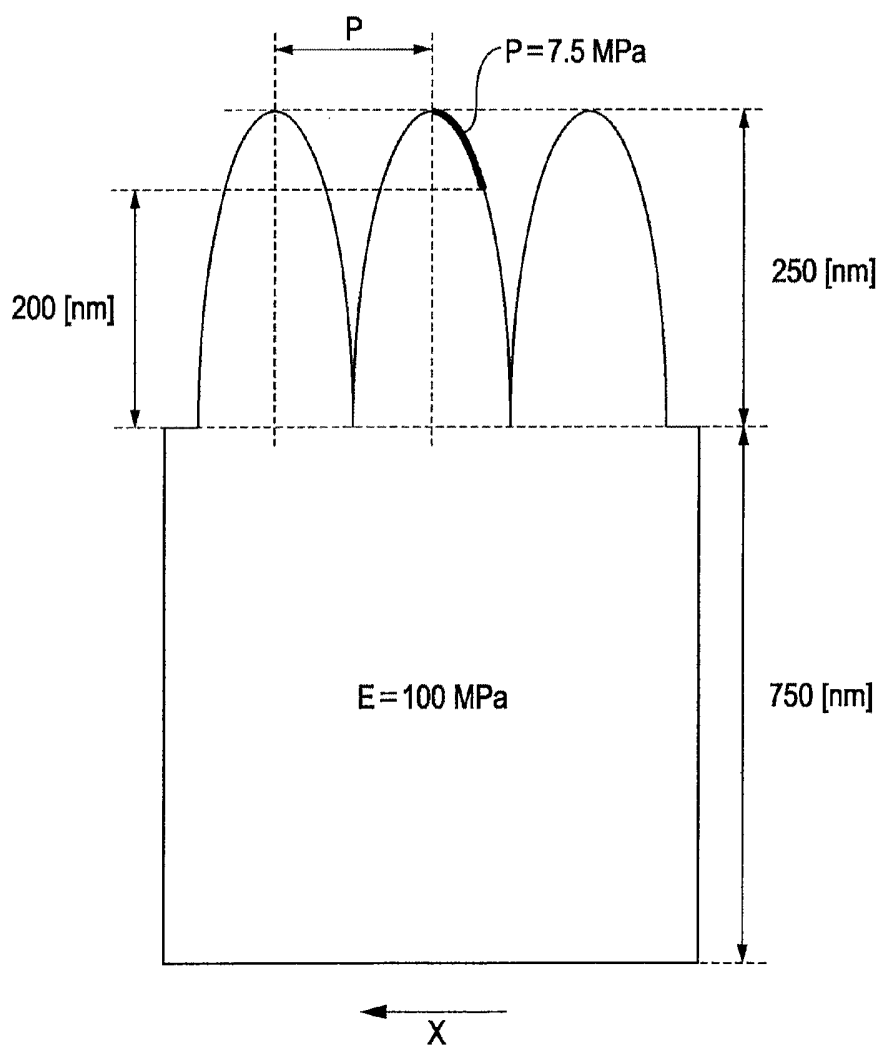


FIG. 38A

PERCENTAGEM DE ALONGAMENTO
MÁXIMO DE 50 %

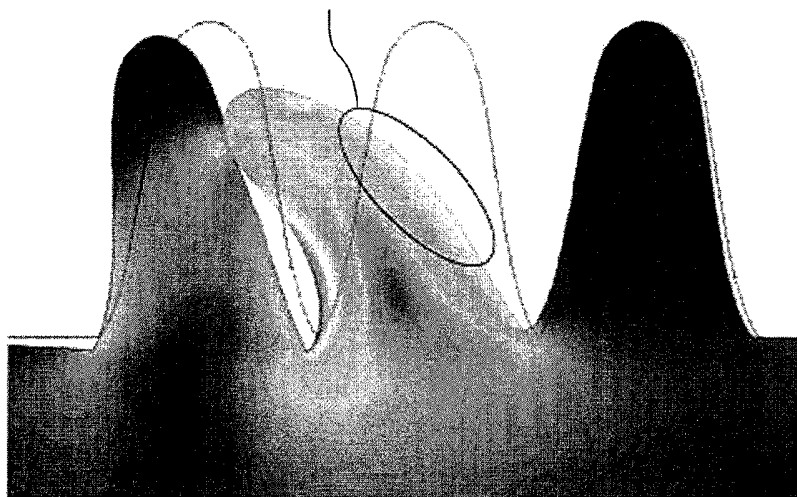


FIG. 38B

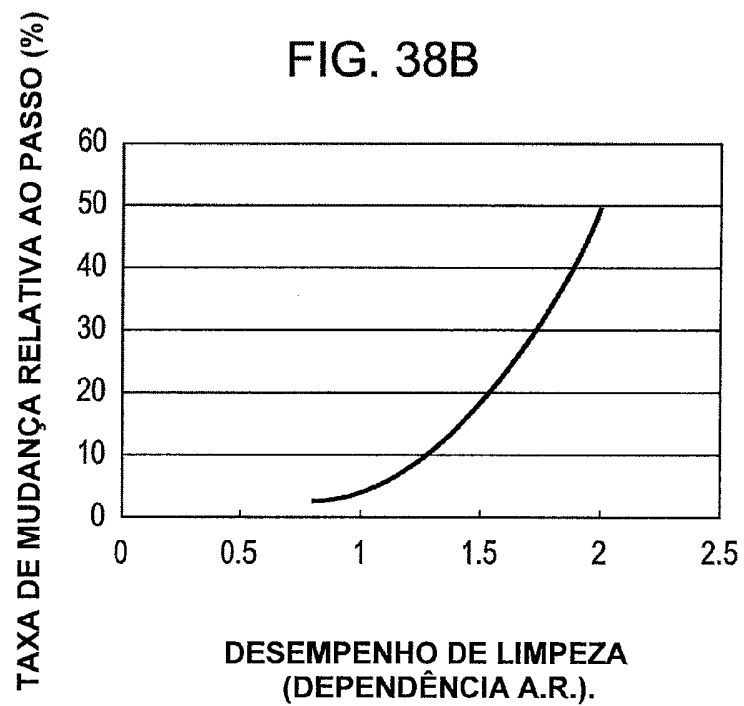
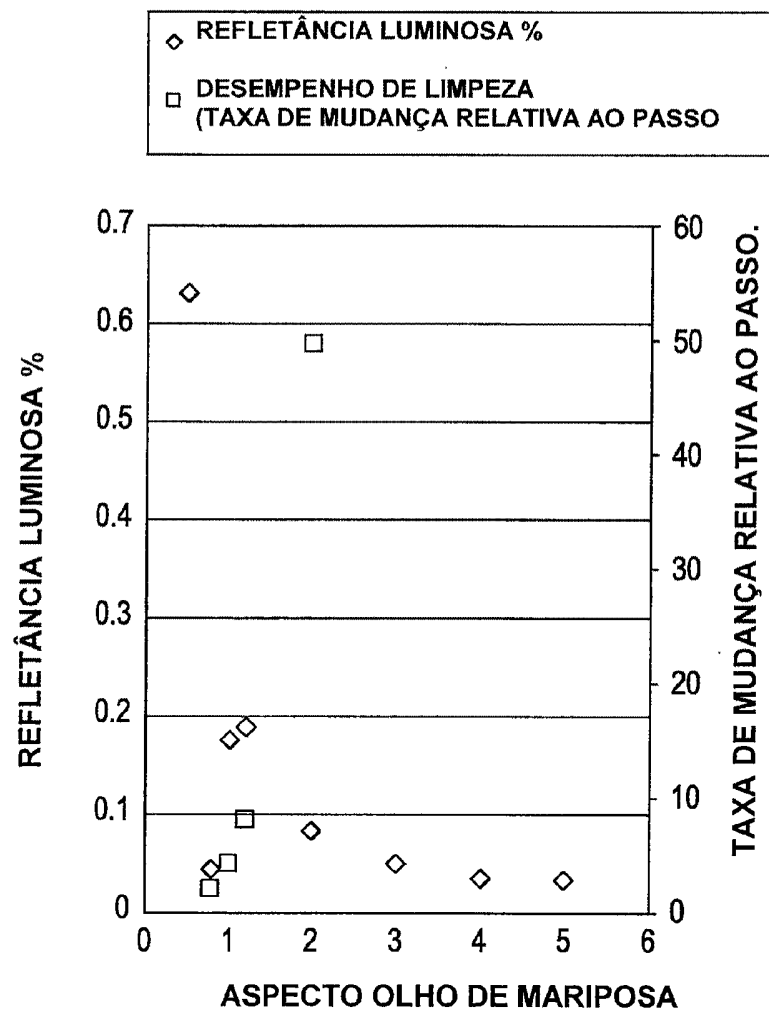


FIG. 39



RESUMO

“ELEMENTO ÓPTICO COM UMA FUNÇÃO ANTI-REFLEXÃO E
DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO”

Um elemento óptico com uma função anti-reflexão é provido com um substrato tendo uma superfície e uma pluralidade de estruturas formadas de partes convexas ou partes côncavas e arranjadas em grandes números sobre a superfície do substrato com um diminuto afastamento menor do que ou igual ao comprimento de onda da luz visível, em que o módulo de elasticidade do material formando as estruturas é de 1 MPa ou mais e 1200 MPa ou menos e o alongamento da estrutura é de 0,6 ou mais e 1,5 ou menos.