



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017014159-0 B1



(22) Data do Depósito: 11/01/2016

(45) Data de Concessão: 01/11/2022

(54) Título: MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UM CORPO DE MÚLTIPLAS CAMADAS, CORPO DE MÚLTIPLAS CAMADAS E DOCUMENTO DE SEGURANÇA

(51) Int.Cl.: B42D 25/23; G02B 5/18; B42D 25/29; B42D 25/45; B42D 25/324; (...).

(30) Prioridade Unionista: 14/01/2015 DE 102015100520.4.

(73) Titular(es): OVD KINEGRAM AG; LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO. KG.

(72) Inventor(es): HARALD WALTER; LUDWIG BREHM; SEBASTIAN MADER; WAYNE ROBERT TOMPKIN (FALECIDO); ESER ALPER ÜNAL.

(86) Pedido PCT: PCT EP2016050381 de 11/01/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/113220 de 21/07/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/06/2017

(57) Resumo: A invenção refere-se a um método de produção de um corpo de múltiplas camadas, com as etapas de: (a) fornecer um filme de substrato com uma camada de duplicação; (b) moldar um relevo de superfície aparecendo para o observador na forma de uma superfície de forma livre tridimensional, que é formada em particular por estruturas com um desenho tipo lente gerando um efeito de ampliação, redução ou distorção, em uma superfície da camada de duplicação; (c) aplicar uma primeira camada metálica à superfície da camada de duplicação formando o relevo de superfície; (d) aplicar de forma quimicamente molhada pelo menos uma camada espaçadora parcialmente transparente à camada metálica; (e) aplicar uma segunda camada metálica à camada espaçadora. A invenção refere-se adicionalmente a um corpo de múltiplas camadas produzido dessa forma.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UM CORPO DE MÚLTIPLAS CAMADAS, CORPO DE MÚLTIPLAS CAMADAS E DOCUMENTO DE SEGURANÇA"**.

[0001] A invenção refere-se a um método de produção de um corpo de múltiplas camadas, um corpo de múltiplas camadas produzido dessa forma, além de um elemento de segurança com tal corpo de múltiplas camadas.

[0002] É conhecida a utilização de sistemas de filme fino em corpos de múltiplas camadas que são utilizados como elementos de segurança. Para tal, uma camada metálica semitransparente, uma camada espaçadora transparente e uma segunda camada metálica opaca são aplicadas a um substrato por deposição a vácuo, com o resultado de um sistema chamado Fabry-Pérot ser obtido e exibir um efeito de mudança de cor quando o ângulo de observação ou iluminação é alterado. O substrato pode ser, por exemplo, um filme de camada única ou múltiplas camadas de suporte automático, que pode ter ainda camadas aplicadas adicionais, por exemplo, camadas de verniz.

[0003] Investigações mostram agora que o efeito de mudança de cor de tal acessório de segurança exibe quase que a mesma impressão de cor através de toda a área quando observado de forma perpendicular ou em ângulos de observação relativamente agudos α de aproximadamente 0 a 20, mesmo se uma estrutura de relevo de superfície for moldada no substrato e em uma camada de verniz aplicada ao substrato.

[0004] Por uma estrutura de relevo de superfície se deseja significar um relevo de superfície na forma de uma superfície de forma livre que é formada, em particular, pelas estruturas com desenho tipo lente gerando um efeito de ampliação, redução ou distorção. Uma estrutura de relevo de superfície é preferivelmente formada por um relevo de superfície na forma de uma estrutura de lente Fresnel.

[0005] O objetivo da presente invenção é fornecer um corpo de múltiplas camadas além de um método de produção do mesmo, que garanta uma impressão ótica aperfeiçoada e uma segurança aumentada.

[0006] Esse objetivo é alcançado por um método com as características da reivindicação 1, por um corpo de múltiplas camadas com as características da reivindicação 14 além de por um documento de segurança com as características da reivindicação 32.

[0007] Tal método de produção de um corpo de múltiplas camadas compreende as etapas de:

a) fornecer um filme de substrato com uma camada de replicação;

b) moldar um relevo de superfície parecendo para o observador na forma de uma superfície de forma livre tridimensional, que é formada em particular por estruturas com um desenho tipo lente gerando um efeito de ampliação, redução ou distorção, em uma superfície da camada de replicação;

c) aplicar uma primeira camada metálica à superfície da camada de replicação formando o relevo de superfície;

d) aplicar quimicamente molhada pelo menos uma camada espaçadora parcialmente transparente à primeira camada metálica;

e) aplicar uma segunda camada metálica à camada espaçadora.

[0008] Opcionalmente, uma das duas camadas metálicas pode ser formada como uma camada de espelho opaca.

[0009] Um corpo de múltiplas camadas é, aqui, obtido apresentando a seguinte estrutura de camada:

- um filme de substrato;

- uma camada de replicação, aplicada a uma superfície do filme de substrato, na superfície do qual voltada para longe do filme de substrato, um relevo de superfície aparecendo para o observado na

forma de uma superfície de forma livre tridimensional é introduzido compreendendo, particularmente, estruturas com um desenho tipo lente gerando um efeito de ampliação, redução ou distorção;

- uma primeira camada metálica, que é disposta na superfície da camada de replicação formando o relevo de superfície;

- uma camada espaçadora pelo menos parcialmente transparente aplicada de forma quimicamente molhada, que é aplicada a uma superfície da primeira camada metálica voltada para longe da camada de replicação, e que forma de maneira ideal um relevo de superfície adicional;

- uma segunda camada metálica, que é aplicada a uma superfície da camada espaçadora voltada para longe da primeira camada metálica, onde pelo menos uma das duas camadas metálicas é formada de forma semitransparente.

[0010] Opcionalmente, uma das duas camadas metálicas pode ser formada como uma camada espelhada opaca.

[0011] Uma estrutura de camadas é, dessa forma, obtida na qual um sistema de filme fino, formado a partir da primeira camada metálica, a camada espaçadora e a segunda camada metálica, é combinado com um relevo de superfície. Visto que a camada espaçadora é aplicada ao relevo de superfície (metalizado) da camada de replicação, as duas superfícies limítrofes da camada espaçadora podem, dessa forma, cada uma, formar um relevo de superfície. Esses dois relevos de superfície são mais ou menos correlacionados, como será explicado a seguir.

[0012] Se a camada espaçadora transparente for aplicada de forma quimicamente molhada, o relevo de superfície que forma na superfície da camada espaçadora transparente voltada para longe da camada de replicação está presente preferivelmente de forma relaxada, dessa forma, enfraquecida. A correlação dos dois relevos de superfície, dessa forma, é reduzida.

[0013] Em particular, a profundidade de estrutura no relevo de superfície adicional é reduzida em comparação com o relevo de superfície da camada de replicação. O quão relaxadas, isto é, enfraquecidas, as estruturas na segunda superfície limítrofe são, dependente, dentre outras coisas, dos parâmetros de revestimento químico molhado, em particular, viscosidade e polaridade, além do sistema de material, em particular, o sistema polimérico, do sistema de verniz utilizado, mas também dos solventes utilizados. As espessuras de camada molhada e seca também apresentam uma influência significativa.

[0014] Adicionalmente as medições mostraram que não apenas a profundidade de estrutura na segunda superfície limítrofe diminui, mas o formato das estruturas pode, algumas vezes, ser alterado. Se, por exemplo, uma estrutura Fresnel com rede de difração for introduzida na camada de replicação, pode-se, dessa forma, ilustrar que as estruturas Fresnel na segunda superfície limítrofe estão presentes não apenas menos profundamente, mas, em vez disso, de forma também sinusoidal.

[0015] Devido à mudança de formato do relevo de superfície adicional em comparação com o relevo de superfície da camada de replicação, a camada espaçadora resultante entre esses dois relevos de superfície possui, dessa forma, uma espessura de camada variável. Visto que a impressão de cor de um sistema de filme fino é determinada pela espessura da camada, um corpo de múltiplas camadas, a cor do qual muda por sua superfície, é obtido dessa forma. Em particular, os gradientes de cor ou também os gradientes de cor para cinza podem, dessa forma, ser percebidos. Aqui e a seguir, "cinza" deve representar a ausência de cor ou acromático.

[0016] Diferentes efeitos óticos podem, adicionalmente, ser realizados pela superfície de forma livre do relevo de superfície, por exemplo, a formação de letras, números, mas também qualquer outro objeto que pareça se projetar a partir da superfície virtualmente ou mergulhar atrás

da superfície virtualmente. Exemplos adicionais dos objetos que podem ser representados são montanhas esquematizadas, contornos de país, animais, plantas, partes de plantas tal como folhas ou também edifícios, pontes, portões além de rostos e retratos, em particular de personalidades famosas, etc. Adicionalmente, por exemplo, logotipos que parecem estar pulando para fora e/ou recuados vis-à-vis com a superfície do substrato, isto é, como se uma superfície em formato de cúpula estivesse presente na área da superfície de forma livre, podem ser gerados. Os objetos, dessa forma, obtêm profundidade espacial, onde efeitos óticos particularmente característicos que aumentam em muito a capacidade de recordação e, dessa forma, o efeito de identificação de elementos óticamente variáveis, correspondente à precisão em combinação com a variação de cor gerada pelo sistema de filme fino, pode ser adicionalmente alcançado no caso de formação e disposição adequada de áreas parciais com um desenho tipo lente.

[0017] Tal corpo de múltiplas camadas pode ser fixado a um documento de segurança, que é preferivelmente formado como uma nota bancária, documento de identificação, documento de visto, cartão de crédito, carteira de habilitação ou similares. Dessa forma, um documento de segurança visualmente atraente que, ao mesmo tempo, possui uma proteção particularmente boa contra falsificação é obtido.

[0018] Por uma camada espaçadora pelo menos parcialmente transparente se deseja significar aqui uma camada com uma capacidade de transmissão de pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 75% e particularmente preferivelmente pelo menos 90%. Os dados são compreendidos como a média da capacidade de transmissão através da faixa de comprimento de onda visível a partir de 430 nm para 690 nm. Os comprimentos de onda visíveis para os humanos se encontram na faixa de 380 nm a 780 nm do espectro eletromagnético, onde a sensibilidade relativa do olho na visão fotóptica abaixo de 430 nm e acima

de 690 nm é tipicamente inferior a 1% do valor máximo em 555 nm.

[0019] Em uma modalidade preferida, a camada espaçadora é aplicada por impressão de gravura, revestimento tipo cortina, revestimento de ranhura, revestimento rotativo, ou revestimento por imersão. Por meio dos métodos citados, o meio líquido, em particular verniz, pode ser aplicado de forma confiável com uma espessura de camada molhada predeterminada. Alguns métodos químicos molhados para aplicação da camada espaçadora são adequados para a geração de camadas espaçadoras com uma espessura de camada que varia de forma objetiva local. Por exemplo, no caso de impressão de gravura, essa variação local pode ser realizada pela variação dos parâmetros de célula de tinta no cilindro de impressão. Isso possibilita a geração de efeitos de duas ou múltiplas cores de forma objetiva. Adicionalmente, com alguns métodos químicos molhados, a camada espaçadora pode ser aplicada não apenas sobre toda a superfície, mas também parcialmente.

[0020] A camada espaçadora é preferivelmente gerada pela aplicação de um verniz, em particular com base em um dentre o material a seguir ou sistemas poliméricos, a fim de, dessa forma, alcançar as propriedades óticas desejadas: nitrocelulose, epóxi, poliéster, resina colofônia, acrilato, resinas alquídicas, melamina, PVA, PVC, isocianato ou sistemas de uretano. O verniz também pode consistir em uma mistura de dois ou mais dos materiais ou sistemas poliméricos.

[0021] Propriedades adicionais de tais vernizes, tal como, por exemplo, a viscosidade ou polaridade, podem ser configuradas para os valores desejados e vantajosos através de aditivos adequados. Adicionalmente, características de segurança invisíveis também podem ser adicionadas através de aditivos. Por exemplo, tinturas luminescentes ativadas por UV ou IR, em particular tintas fluorescentes, podem ser adicionadas aos vernizes.

[0022] É, adicionalmente, interessante se um verniz com uma viscosidade de 5 mPa•s a 250 mPa•s, preferivelmente de 15 mPa•s a 200 mPa•s e particularmente preferivelmente entre 20 e 170 mPa•s, for utilizado para a aplicação da camada espaçadora.

[0023] Com relação à polaridade do verniz, é vantajoso se os solventes do verniz consistirem em solventes com um índice de polaridade maior do que 3,0 a uma taxa de pelo menos 30% por massa, preferivelmente de solventes com um índice de polaridade superior a 3,0 a uma taxa de pelo menos 50% por massa. O índice de polaridade é compreendido aqui como na Tabela 2 de EP 2264491 A1.

[0024] Os parâmetros de revestimento químico molhado, em particular a viscosidade e a polaridade, além do sistema de material, em particular o sistema polimérico, do verniz utilizado, mas também o solvente utilizado pode influenciar a força com a qual o relevo de superfície da camada de replicação é reproduzido na superfície da camada espaçadora. Isso pode influenciar as propriedades óticas do sistema de filme fino descrito no começo.

[0025] A camada espaçadora é preferivelmente aplicada com uma espessura de camada molhada de 1 µm a 20 µm, preferivelmente de 2 µm a 10 µm. Ambas as espessuras de camada molhada e seca também influenciam a profundidade de estrutura resultante da formação de relevo no lado da camada espaçadora voltada para longe da camada de replicação e, dessa forma, as propriedades óticas do sistema de filme fino resultante.

[0026] Adicionalmente, é importante que a camada espaçadora seja sedada após a aplicação, em particular a uma temperatura de 40 C a 200 C, preferivelmente de 40 C a 150 C. Existe, preferivelmente um gradiente de temperatura na secadora da máquina de impressão, onde a temperatura é entre 40 C e 60 C no começo da secagem e aumenta para 100 C a 150 C no final da secagem.

[0027] Uma evaporação controlada além de uma cura controlada do verniz da camada espaçadora são garantidas aqui com, simultaneamente, tempo suficiente para o relaxamento da superfície da camada espaçadora, o que também tem influência no relevo de superfície resultante e torna possível a criação de um processo estável do corpo de múltiplas camadas com uma qualidade constante.

[0028] Por uma camada metálica semitransparente se deseja significar uma camada metálica com uma capacidade de transmissão de pelo menos 10%. Se encontra preferivelmente entre 20% e 80% particularmente e preferivelmente entre 25% e 65%. Alternativamente, a densidade ótica OD é frequentemente mencionada em vez da transmissão. A densidade ótica é inferior a ou igual a 1,0 no caso de camadas metálicas semitransparentes. Se encontra preferivelmente entre 0,7 e 0,1 e particularmente, preferivelmente, entre 0,6 e 0,18. Ao mesmo tempo, a reflexividade da camada metálica semitransparente é adicionalmente e preferivelmente de pelo menos 10% e preferivelmente superior a 15%. Os dados são compreendidos como a média da capacidade de transmissão além da refletividade através da faixa de comprimento de onda visível de 430 nm a 690 nm.

[0029] É adicionalmente preferido se a camada metálica semitransparente for gerada por uma deposição de vácuo de Cr, Al, Cu, Ti, Ni, Ag ou ligas com esses metais tal como, por exemplo, Al_{96%}Cu_{4%} ou Inconel, em particular, com uma espessura de camada de 2 nm a 20 nm, preferivelmente de 4 nm a 15 nm.

[0030] Por uma camada espelhada opaca se deseja significar uma camada metálica com uma refletividade de pelo menos 60%, preferivelmente mais de 70% e particularmente preferivelmente mais de 80%. Uma transmissão da camada metálica opaca de menos de 10%, preferivelmente menos de 5% é adicionalmente preferida.

[0031] Adicionalmente, é preferível se a camada espelhada opaca

for gerada pela deposição de vácuo de Al, Cr, Ag, Cu ou ligas com esses metais tal como, por exemplo, $\text{Al}_{96\%}\text{Cu}_{4\%}$, em particular com uma espessura de camada de 15 nm a 100 nm, preferivelmente de 20 nm a 60 nm.

[0032] A primeira camada metálica e/ou segunda camada metálica é convenientemente gerada pelo revestimento ou pulverização a vácuo. Uma espessura de camada constante e uma boa qualidade ótica da camada respectiva podem ser garantidas dessa forma.

[0033] É preferível se a primeira camada metálica e/ou a segunda camada metálica for parcialmente desmetalizada, em particular por ataque com reagente químico e/ou remoção. No caso da estruturação por ataque com reagente químico, depois da aplicação da camada metálica respectiva, uma resistência a ataque com reagente químico ("etch resist") é impressa na camada metálica e nas áreas não cobertas pela resistência a ataque com reagente químico, a camada metálica é removida por uma solução de ataque, por exemplo, por lixívia. A resistência a ataque com reagente químico pode então ser removida, mas também pode permanecer no corpo de múltiplas camadas e realizar funções decorativas adicionais, por exemplo, se for um verniz resistente colorido ou pigmentado.

[0034] A primeira camada metálica e/ou segunda camada metálica é preferivelmente desmetalizada de modo que uma área desmetalizada da camada metálica e/ou da segunda camada metálica forme um símbolo, imagem, logotipo, caractere alfanumérico ou uma combinação dos mesmos.

[0035] Itens adicionais de informação ou desenhos óticos podem ser introduzidos aqui no corpo de múltiplas camadas.

[0036] É adicionalmente preferido se a primeira camada metálica e na segunda camada metálica forem desmetalizadas de modo que as áreas desmetalizadas se sobreponham na direção de observação na superfície normal do plano abrangido pelo corpo de múltiplas camadas.

Desenhos translúcidos podem ser implementados aqui. Um elemento de segurança projetado dessa forma permite que o substrato do documento de segurança seja observado nas áreas desmetalizadas sobrepostas, por exemplo, o substrato de nota bancária impressa ou também um elemento de janela no substrato.

[0037] É adicionalmente conveniente se a primeira camada metálica e a segunda camada metálica forem desmetalizadas de modo que uma área metalizada de uma das camadas metálicas se sobreponha ao contorno externo de uma área desmetalizada da outra camada metálica respectivamente.

[0038] Erros de posicionamento ou registro do contorno externo podem, aqui, ser pelo menos parcialmente cobertos pela outra camada metálica respectivamente, com o resultado de um desenho atraente que parece preciso em termos de registro ser criado sem um alto dispêndio (“outlay”) no posicionamento. Por precisão de registro se deseja significar uma precisão de posição relativa entre dois elementos, por exemplo, áreas ou camadas relativas uma à outra. Essa precisão de posição pode ser configurada por meio das chamadas marcas de registro, que são especificamente formadas de modo que a tolerância respectiva da precisão de posição possa, em particular, ser lida de forma ótica particularmente bem ou detectada por máquina. Essas marcas de registro podem representar elementos separados, que são dispostos, por exemplo, em uma área de borda. Essas marcas de registro podem, no entanto, representar também componentes integrais do corpo de múltiplas camadas que possibilitam a detecção ótica anterior, por exemplo, contornos característicos de um motivo ou estruturas do motivo ou estruturas do relevo de superfície ou similares.

[0039] É vantajoso se o relevo de superfície e o relevo de superfície adicional nas duas superfícies limítrofes da camada espaçadora tiverem pelo menos uma correlação parcial.

[0040] Por uma correlação pelo menos parcial dos relevos se deseja significar que os relevos são similares, mas não idênticos, e, em particular, podem ser transferidos um para o outro através de uma função de criação de imagem, por exemplo, uma compressão. No caso mais simples, os relevos de superfície, dessa forma, possuem a mesma estrutura, mas diferentes profundidades de relevo. Os picos e vales das estruturas de relevo se encontram, adicionalmente e preferivelmente, em cima um do outro em cada caso, isto é, os picos do relevo de superfície na superfície limítrofe entre a camada de replicação e a primeira camada metálica, observados verticalmente, se encontram em cima dos picos do relevo de superfície na superfície limítrofe entre a camada espaçadora e a segunda camada metálica.

[0041] Como explicado no começo, no entanto, as diferenças estruturais também são possíveis, tal como, por exemplo, um arredondamento de uma rede de difração em uma estrutura transversal mais sinusoidal. Como já mencionado, as propriedades desejadas do corpo de múltiplas camadas são possíveis precisamente através dessa correlação parcial, com o resultado sendo progressões de cor ou gradientes de cor para cinza são possíveis na aparência do corpo de múltiplas camadas.

[0042] É particularmente vantajoso se uma profundidade de estrutura do relevo de superfície adicional for de no máximo 90%, preferivelmente 80%, adicionalmente preferivelmente de no máximo 50% de uma profundidade de estrutura do relevo de superfície.

[0043] Se a profundidade de superfície do relevo de superfície adicional for superior a 50% da profundidade da estrutura do relevo de superfície, um gradiente de cor para cinza surge na aparência do corpo de múltiplas camadas, do contrário, uma progressão entre duas cores resultará.

[0044] A profundidade de estrutura do relevo de superfície pode se

encontrar entre 200 nm e 20 μ m. A profundidade de estrutura do relevo de superfície é de preferivelmente 200 nm a 2000 nm, preferivelmente de 300 nm a 1500 nm. Essas faixas de profundidade são particularmente adequadas, em combinação com os valores preferidos para a espessura média de camada seca da camada espaçadora descrita abaixo, para alcançar os efeitos óticos desejados.

[0045] É adicionalmente preferido se a camada espaçadora tiver uma espessura média de camada seca de 200 nm a 800 nm, preferivelmente de 300 nm a 700 nm, onde a espessura de camada seca pode variar na direção lateral.

[0046] A espessura de camada seca local, d , juntamente com o índice de refração n da camada espaçadora além do ângulo de observação α , determina a impressão de cor resultante. Com um índice de refração de 1,5 e um ângulo de observação de 30°, por exemplo, uma impressão de cor vermelha resulta se a espessura de camada seca for de 425 nm, uma impressão de cor verde resulta se a espessura for de 350 nm e uma impressão de cor azul resulta se a espessura for de 300 nm.

[0047] É adicionalmente preferível que a camada espaçadora tenha um índice de refração de cerca de 1,35 a 1,65, preferivelmente de aproximadamente 1,5. Como já explicado, a impressão de cor do corpo de múltiplas camadas pode ser configurada através da interação entre o índice de refração e a espessura de camada seca.

[0048] O relevo de superfície possui vantajosamente microestruturas com uma razão de profundidade para largura de menos de 0,5, preferivelmente de menos de 0,4. As microestruturas podem ser refratárias – por exemplo, microespelhos – ou difrativas – por exemplo, redes de difração tipo Fresnel – microestruturas. Pela largura das microestruturas se deseja significar aqui a distância de pico para pico ou o período de microespelhos ou microestruturas difrativas.

[0049] O relevo de superfície na forma de uma superfície de forma

livre é preferivelmente formado como um elemento de forma livre difrativo com uma estrutura de grade.

[0050] É vantajoso se a estrutura de grade compreender linhas de grade seguindo substancialmente o contorno da superfície de forma livre, onde a distância entre as linhas de grade e/ou a profundidade da rede muda através da estrutura de grade e, em particular, muda continuamente a partir da área central da superfície de forma livre para fora na direção de sua borda. O período – isto é, a distância entre as linhas de grade – e/ou a profundidade do relevo de superfície varia a fim de representar a superfície de forma livre desejada. Portanto, é adicionalmente preferível se a razão de profundidade para largura em pelo menos 80% da área de superfície da superfície de forma livre for inferior a 0,3. As linhas de grade podem, mas não precisam, seguir continuamente os contornos da superfície de forma livre. Também podem ser interrompidas, em particular interrompidas com um padrão aleatório, por exemplo, a fim de adicionar uma ação de espalhamento ao efeito da estrutura de grade. Isso pode aumentar o ângulo de observação para o efeito total. A estrutura de grade também pode ser sobreposta de forma alternativa ou adicional a uma estrutura espalhando em forma de esteira. Tanto as linhas de grade interrompidas quanto a sobreposição com um espalhamento de estrutura em formato de esteira podem resultar em uma aparência mais acromática da estrutura de grade – não do sistema de filme fino.

[0051] Através de tal combinação de uma superfície de forma livre com uma estrutura de grade, um efeito de lente de difração pode ser alcançado que fornece ao corpo de múltiplas camadas a aparência desejada. Uma característica especial dos elementos de forma livre difrativos formados pelas estruturas de grade deve ser observada no fato de tais estruturas de lentes difrativas – diferentemente das lentes refratá-

rias – gerarem uma impressão visual diferente dependendo do comprimento de onda de luz utilizado para a iluminação ou observação do objeto em cada caso, onde, por sua vez, o desenho em particular ou os efeitos de segurança podem ser alcançados.

[0052] É preferível que um período de linhas de grade pelo menos em uma área parcial da estrutura de grade seja inferior a 50 μm , preferivelmente inferior a 30 μm , particularmente preferivelmente inferior a 15 μm .

[0053] A espessura de camada seca local pode ser influenciada em particular por uma variação do período. No caso de um sistema de verniz que resulta em um desacoplamento das superfícies limítrofes – dessa forma, dos dois relevos de superfície – um efeito adicional também pode ocorrer em adição à mudança de formato ou nivelamento de formato. Presumidamente, durante o processo de secagem da camada espaçadora aplicada de forma quimicamente molhada, forças capilares que originam dos sulcos de grade do relevo de superfície empurram o material da camada espaçadora na direção de um período maior de estruturas – tipicamente na direção do centro do relevo de superfície. A espessura de camada seca é, portanto, maior no centro, ou nas áreas com um período aproximado Δx , então na borda, ou nas áreas com um período menor Δx das estruturas de relevo. O gradiente de cor resultante é contínuo e perfeitamente registrado com relação ao formato do relevo de superfície. A área com a segunda cor começa tipicamente quando o período das microestruturas é $\leq 30 \mu\text{m}$, preferivelmente $\leq 20 \mu\text{m}$, em particular $\leq 15 \mu\text{m}$.

[0054] É adicionalmente preferível se o filme de substrato consistir em um filme plástico flexível. Por exemplo, o filme de substrato consiste em PET, PEN, MOPP, PP, PA, PC, COC ou PVC.

[0055] O filme de substrato convenientemente possui uma espessura de camada de 4 μm a 500 μm , preferivelmente de 8 μm a 150 μm

e particularmente preferivelmente de 12 μm a 50 μm .

[0056] É adicionalmente vantajoso se o corpo de múltiplas camadas possuir pelo menos uma camada de verniz translúcida adicional, que é tingida por meio de pelo menos uma tinta e/ou pigmento. A pelo menos uma tinta é preferivelmente uma matriz solúvel ou substancial luminescente. Tintas dos seguintes grupos de substâncias são preferivelmente utilizadas: tintas complexas metálicas, em particular com Cr^{3+} ou Co^{2+} como o átomo central. Exemplos são as tintas Neozapon da BASF e tintas Orasol da BASF (anteriormente CIBA).

[0057] Efeitos de cor adicionais podem ser alcançados, ou os efeitos de cor do sistema de filme fino podem ser filtrados e modulados. Por exemplo, uma impressão de cor vermelha do sistema de filme fino pode ser modulada em uma impressão de cor laranja através de uma camada de verniz translúcida tingida de amarelo.

[0058] É conveniente, em particular, se a pelo menos uma camada de verniz adicional for disposta entre a camada de replicação e o filme de substrato.

[0059] Adicionalmente ou alternativamente, a camada de replicação também pode ser tingida por meio de uma tinta e/ou pigmento, a fim de gerar também os efeitos coloridos nomeados.

[0060] Adicionalmente ou alternativamente, o relevo de superfície na forma de uma superfície de forma livre também pode ser combinado com estruturas que geram outros efeitos. Por exemplo, o relevo de superfície também pode ser construído com um holograma 2D, ou 2D/3D ou 3D, em particular combinado em uma disposição entrelaçada, que representa um número flutuante sobre a superfície de forma livre. A proporção da área de superfície das estruturas que geram outros efeitos é preferivelmente pequena, a fim de influenciar o efeito de cor do relevo de superfície na forma de uma superfície de forma livre em combinação com a configuração de filme fino o mínimo possível. A proporção da área

de superfície é preferivelmente inferior a 30%, particularmente e preferivelmente inferior a 20% e em particular, preferivelmente $\leq 10\%$.

[0061] O corpo de múltiplas camadas pode ser implementado como um filme de transferência ou como um filme de laminação. No caso de um filme de transferência, o filme de substrato é unido às camadas restantes do corpo de múltiplas camadas, que forma uma dobra de transferência, por meio de uma camada de destacamento. No caso de aplicação do corpo de múltiplas camadas a um substrato, o corpo de múltiplas camadas é preso, em particular colado, ao substrato e então o filme de substrato é removido da dobra de transferência aplicada. A aplicação ao substrato pode ser realizada, por exemplo, por meio de gravação quente ou por meio de gravação fria. No caso de um filme de laminação, o filme de substrato também permanece no corpo de múltiplas camadas depois da aplicação do corpo de múltiplas camadas a um substrato.

[0062] A invenção e as modalidades da mesma são explicadas em maiores detalhes abaixo com referência aos desenhos. Os mesmos são ilustrados em:

a figura 1 é uma ilustração esquemática do modo de operação de um sistema de filme fino Fabry-Pérot de acordo com o estado da técnica;

a figura 2 é uma representação esquemática de uma superfície de forma livre tridimensional em vista superior e transversal;

a figura 3 é uma vista em detalhe esquemática de um relevo de superfície que imita opticamente a superfície de forma livre tridimensional ilustrada na figura 2 além de uma seção aumentada do relevo de superfície;

a figura 4 é uma representação em corte esquemático através de um corpo de múltiplas camadas com um relevo de superfície e um sistema de filme fino de acordo com o estado da técnica;

a figura 5 é uma representação em corte esquemático através de um exemplo de modalidade de um corpo de múltiplas amadas com um relevo de superfície e um sistema de filme fino com uma camada espaçadora depositada de forma quimicamente molhada;

a figura 6 é uma representação transversal esquemática através de um exemplo de modalidade adicional de um corpo de múltiplas camadas com um relevo de superfície e um sistema de filmem fino com uma camada espaçadora depositada de forma quimicamente molhada;

a figura 7 é uma representação transversal esquemática através de uma modalidade ilustrativa adicional de um corpo de múltiplas camadas com um relevo de superfície e um sistema de filme fino com uma camada espaçadora depositada de forma quimicamente molhada;

a figura 8 é uma representação transversal esquemática através de um exemplo de modalidade adicional de um corpo de múltiplas camadas com um relevo de superfície e um sistema de filme fino com uma camada espaçadora depositada de forma quimicamente molhada;

a figura 9 é um espectro de reflexo dos corpos de múltiplas camadas com um relevo de superfície e um sistema de filme fino;

a figura 10 é uma representação em corte esquemático através de um exemplo de modalidade adicional de um corpo de múltiplas camadas com um relevo de superfície, uma camada de cor e um sistema de filme fino com uma camada espaçadora depositada de forma quimicamente molhada;

a figura 11 é uma representação em corte esquemático através de um exemplo de modalidade adicional de um corpo de múltiplas camadas com um relevo de superfície, uma camada metálica parcial e um sistema de filme fino com uma camada espaçadora depositada de

forma quimicamente molhada;

a figura 12 é uma vista esquemática de um documento de segurança com um corpo de múltiplas camadas de acordo com a figura 11;

a figura 13 é uma vista esquemática de um motivo realizado por meio de um corpo de múltiplas camadas de acordo com a figura 11;

a figura 14 é uma representação esquemática das etapas de método para produção de um exemplo de modalidade de um corpo de múltiplas camadas com desmetalização parcial;

a figura 15 é um elemento de segurança produzido por meio de um método de acordo com a figura 14 em vista dianteira;

a figura 16 é uma representação esquemática das etapas de método para produção de um exemplo de modalidade alternativa de um corpo de múltiplas camadas com desmetalização parcial;

a figura 17 é um elemento de segurança produzido por meio de um método de acordo com a figura 16 em vista dianteira;

a figura 18 é uma representação esquemática das etapas de método para produção de um exemplo de modalidade alternativa adicional de um corpo de múltiplas camadas com desmetalização parcial;

a figura 19 é uma representação esquemática das etapas de método para produção de um exemplo de modalidade alternativa adicional de um corpo de múltiplas camadas com desmetalização parcial.

[0063] Um sistema de filme fino Fabry-Pérot 1 representado esquematicamente na figura 1 consiste em uma camada semitransparente 11, normalmente uma primeira camada metálica (por exemplo, Cr, Al Cu, Ti, Ag, Ni ou Inconel), uma camada espaçadora transparente 12 (por exemplo, MgF_2 , SiO_2 ou um verniz polimérico) além de uma segunda camada metálica 13. A última, da mesma forma, consiste normalmente de metal (por exemplo, Al, Cr, Ag, Cu). Pode ser opaca ou também semitransparente. As camadas 11, 12, 13 são depositadas em um filme

de substrato 2. A sequência de camadas 11, 12 e 13 também pode ser invertida e o efeito pode ser visível a partir de trás, por exemplo, através de uma janela de um documento de segurança.

[0064] Parte da luz incidente no ângulo α_{in} é refletida na primeira camada metálica semitransparente 11, parte é absorvida e parte é transmitida. A parte transmitida penetra na camada espaçadora transparente 12 e é refletida na segunda camada metálica 13. A parte refletida da luz penetra novamente na camada espaçadora transparente 12 e é parcialmente transmitida através da camada semitransparente 11. Essa parte transmitida interfere com a parte da luz refletida na camada semitransparente 11 e alcança o olho do observador no ângulo α_{out} , onde $\alpha_{in} = \alpha_{out} = \alpha$. A refração da luz foi desconsiderada nessa representação esquemática. Devido à interferência de partes de luz, a luz parece colorida para o observador. A impressão de cor aqui depende, entre outras coisas, da espessura d além do índice de refração x da camada espaçadora 12 e do ângulo α . A interferência construtiva ocorre quando a diferença de percurso ótico Δ entre a parte da luz refletida na primeira camada metálica 11 e a parte de luz refletida na segunda camada metálica 13 é um múltiplo do comprimento de onda λ .

[0065] Existem vários métodos de revestimento que podem ser utilizados para produzir tal sistema de camadas 1. As duas camadas metálicas 11, 13 são normalmente aplicadas utilizando-se tecnologia de vácuo, por exemplo, por meio de evaporação ou pulverização. Em contraste, a camada espaçadora transparente 12 pode, por um lado, ser aplicada utilizando-se tecnologia de vácuo, por exemplo, por meio de evaporação térmica de MgF_2 . Por outro lado, tais camadas transparentes 12 também podem ser produzidas de forma quimicamente molhada, por exemplo, por meio de impressão de gravura ou revestimento de ranhura.

[0066] Esses métodos de produção diferentes têm resultados muito

similares nos substratos suaves 2; uma superfície com um efeito de inclinação de cor homogêneo ou efeito de mudança de cor é alcançada. Nas superfícies estruturadas, em contraste, as camadas espaçadoras transparentes aplicadas de forma quimicamente molhada 12 resultam em padrões de camada claramente diferentes das camadas espaçadoras 12 aplicadas utilizando-se tecnologia de vácuo. Isso se deva ao fato de que, entre outras coisas, essas camadas aplicadas utilizando-se a tecnologia de vácuo são construídas peça por peça, enquanto que as camadas aplicadas de forma quimicamente molhada são normalmente aplicadas todas de uma vez e a camada líquida só cura no processo de secagem e/ou cura, por exemplo, cura por UV.

[0067] Consequentemente, tais sistemas de filme fino 1 podem ser aplicados não apenas às superfícies suaves ilustradas na figura 1, mas também às superfícies estruturadas. Um exemplo disto é ilustrado na figura 2. As estruturas de relevo de superfície 3 geram uma superfície tridimensional que parece projetar a partir do plano de substrato. O formato dessa superfície 3D pode ser escolhido quase que de forma aleatória (forma livre). Na figura 2, a estrutura de relevo de superfície 3 imita uma gotícula com um efeito óticamente tridimensional como uma superfície de forma livre. As estruturas são uma variação especial das lentes Fresnel. A figura 2a ilustra uma vista superior esquemática de tal estrutura de relevo de superfície 3, que imita a gotícula 3D. Uma seção ilustrativa através desse formato tridimensional é indicada com A-A'.

[0068] A figura 2b ilustra uma vista lateral esquemática ao longo da seção A-A' através desse formato tridimensional, onde aqui o perfil de altura 31 aparentemente gerado (de fato, não presente) é representado na direção z'.

[0069] Tal formato de superfície tridimensional ou um perfil de altura aparente 31 pode ser óticamente gerado pelas microestruturas tipo lente Fresnel 32. A figura 3a ilustra uma vista lateral esquemática (fora de

escala) das estruturas de relevo tipo Fresnel ilustrativas 32 que geram de forma ótica o formato de gotícula tridimensional a partir da figura 2. Por motivos de simplificação, apenas poucos sulcos da lente Fresnel são representados. Se a representação fosse em escala, muitos mais teriam que ser representados. Adicionalmente, para simplificar a representação, a escala z é reproduzida de forma muito estendida. Em adição às estruturas Fresnel contínuas representadas, as chamadas estruturas Fresnel binárias também podem gerar um efeito similar. Em outras palavras, a impressão em formato de cúpula 3D pronunciado das figuras 2a, 2b pode ser simulada com estruturas de difração especiais, a extensão das quais na direção z pode ser significativamente menor do que o simulado pelo efeito ótico alcançado.

[0070] A figura 3b ilustra a área marcada por um círculo pontilhado na figura 3a ampliada e representada quase que em escala. Nos filmes de gravação quente atualmente utilizados, a menor largura de período ou estrutura $\Delta x'_{\min}$ das estruturas de relevo de superfície 32 é de aproximadamente $3\text{ }\mu\text{m}$ e, dessa forma, é aproximadamente duas a três vezes maior do que a profundidade t_R . A razão de profundidade para largura média dos elementos de estrutura é conseqüentemente inferior a 0,5. Aqui, a profundidade das estruturas t_R se encontra tipicamente na faixa de 500 nm a 1500 nm. Os ângulos das bordas 321 das estruturas de relevo 32, em realidade, são conseqüentemente muito menos agudos do que a figura 3a ilustra.

[0071] Uma seção transversal esquemática, fora de escala, através de um corpo de múltiplas camadas 4 conhecido a partir do estado da técnica é ilustrada na figura 4. Isso compreende um filme de substrato 41 com uma camada de replicação 42, dentro da qual um relevo de superfície 43 é introduzido. Para tal, em cada caso, utilizando-se a tecnologia de vácuo, uma primeira camada metálica semitransparente 44,

uma camada espaçadora transparente 45 e uma segunda camada metálica 46 são aplicadas, formando um sistema de filme fino 47 do tipo descrito. O relevo de superfície replicado 43 reproduz-se de forma reconhecível nas camadas adicionais. Deve-se reconhecer que as estruturas replicadas estão presentes quase que de forma idêntica na segunda superfície limítrofe da camada espaçadora transparente 45 – dessa forma a superfície limítrofe entre a camada espaçadora 45 e a segunda camada metálica 46. Esse é o caso com as camadas espaçadoras 45 aplicadas puramente utilizando-se a tecnologia de vácuo, visto que aqui essas camadas são construídas peça por peça. A profundidade de estrutura t_A no lado da camada espaçadora 45 oposta ao verniz de replicação normalmente se encontra – no caso de espessuras típicas de camada da camada espaçadora 45 aplicada utilizando-se a tecnologia de vácuo – na faixa de 90% a 100% da profundidade original no verniz de replicação t_R . Os picos das estruturas aqui podem, no entanto, também podem estar presentes de forma ligeiramente arredondada.

[0072] Quando observados de forma perpendicular ou em ângulos de observação relativamente agudos α de aproximadamente 0 a 20, o efeito de cor de tal acessório de segurança – consistindo em estruturas de relevo 43 da camada de replicação 42, revestidos com o sistema de filme fino 47 – exibe quase que a mesma impressão de cor através de toda a área das estruturas de relevo, visto que a espessura de camada como um todo é quase idêntica. O filtro de filme fino, dessa forma, age como em uma área plana, isto é, não estruturada.

[0073] A figura 5 ilustra, fora de escala, um exemplo de modalidade de um corpo de múltiplas camadas 5 que combina um relevo de superfície 51 com um sistema de filme fino 52. O corpo de múltiplas camadas 5 compreende um filme de substrato 53, que consiste preferivelmente de PET, PEN, MOPP, PP, PA, PC, COC ou PVC e possui uma espessura de camada de 4 μm a 500 μm , preferivelmente de 8 μm a 150 μm

e particularmente preferivelmente de 12 μm a 50 μm .

[0074] Um relevo de superfície 51 é introduzido no filme de substrato 53 ou em uma camada de replicação aplicada ao filme de substrato 53. Esse é preferivelmente formado como um elemento de forma livre difrativo com uma estrutura de grade.

[0075] É vantajoso se a estrutura de grade compreender linhas de grade que seguem substancialmente os contornos da superfície de forma livre, onde a distância entre as linhas de grade e/ou as profundidades da estrutura de grade muda através da estrutura de grade e, em particular, muda continuamente da área central da superfície de forma livre na direção de sua borda.

[0076] Através de tal combinação de uma superfície de forma livre com uma estrutura de grade, um efeito de lente difrativa pode ser alcançado fornecendo ao corpo de múltiplas camadas a aparência desejada.

[0077] É preferível que um período de linhas de grade pelo menos em uma área parcial da estrutura de grade seja inferior a 50 μm , preferivelmente inferior a 30 μm , particularmente preferivelmente inferior a 15 μm .

[0078] Uma camada metálica semitransparente 54 é aplicada ao relevo de superfície 51, preferivelmente por revestimento a vácuo, pulverização ou similares. É preferível que a camada metálica consista em Cr, Al, Cu, Ti, Ni, Ag ou Inconel e tenha uma espessura de camada de 2 nm a 20 nm, preferivelmente de 4 nm a 15 nm.

[0079] Uma camada espaçadora transparente 55 é aplicada ao lado da camada metálica 54 voltada para longe do relevo de superfície 51 de forma quimicamente molhada, em particular por meio de impressão de gravura, revestimento tipo cortina, revestimento de ranhura ou similares.

[0080] A camada espaçadora 55 é preferivelmente gerada pela aplicação de um verniz, em particular com base em nitrocelulose, epóxi, poliéster, resina colofônia, acrilato, elemento alquídico, melamina, PVA,

PVC, isocianato ou sistemas de uretano, a fim, dessa forma, de gerar as propriedades óticas desejadas.

[0081] O verniz pode conter outros aditivos, tal como, por exemplo, reticuladores ou tensoativos, a fim de configurar suas propriedades físico-químicas, tal como, por exemplo, a viscosidade ou a polaridade, para valores desejados e vantajosos.

[0082] É adicionalmente conveniente se, para a aplicação da camada espaçadora, um verniz com uma viscosidade de 5 mPa•s para 250 mPa•s, preferivelmente de 15 mPa•s a 200 mPa•s e particularmente preferivelmente de 20 mPa•s a 170 mPa•s for utilizado. Com relação à polaridade do verniz, é vantajoso que os solventes do verniz consistam em solvente com um índice de polaridade superior a 3,0 a uma taxa de pelo menos 30% por massa, preferivelmente o solvente com um índice de polaridade superior a 3,0 a uma taxa de pelo menos 50% por massa. O índice de polaridade aqui é compreendido como na Tabela 2 de EP 2264491 A1.

[0083] O relevo de superfície 51 do filme de substrato 53 se reproduz no lado da camada espaçadora 55 voltada para longe do relevo de superfície 51. Os parâmetros de revestimento químicos molhados, em particular a viscosidade e a polaridade do sistema de verniz utilizado, mas também o sistema de verniz utilizado e/ou o solvente ou solventes, podem influenciar a força com a qual o relevo de superfície 51 se reproduz na superfície 551 da camada espaçadora 55.

[0084] A camada espaçadora 55 é preferivelmente aplicada com uma espessura de camada molhada de 1 µm a 20 µm, preferivelmente de 2 µm a 10 µm. Ambas as espessuras de camada molhada e seca também influenciam a profundidade de estrutura resultante do relevo 552 formando no lado da camada espaçadora 55 voltada para longe da camada de replicação e, dessa forma, as propriedades óticas do sistema de filme fino 52 resultante.

[0085] Depois da deposição química molhada, a camada espaçadora 55 é secada, em particular em uma temperatura de 40 C a 200 C, preferivelmente de 40 C a 150 C. Existe preferivelmente um gradiente de temperatura na secadora da máquina de impressão, onde a temperatura é compreendida entre 40 C e 60 C no início da secadora e aumenta para 100 C a 150 C no final da secadora. Isso resulta em uma espessura média de camada seca controlada de cerca de 200 nm a 800 nm, preferivelmente de 300 nm a 700 nm, com o grau desejado de correlação entre os dois relevos de superfície 51, 552.

[0086] Finalmente, uma segunda camada metálica 56, preferivelmente feita de Al, Cr, Ag ou Cu com uma espessura preferida de camada de 15 nm a 100 nm, particularmente preferivelmente de 20 nm a 60 nm, também é depositada no lado da camada espaçadora 55 voltada para longe da camada metálica 54.

[0087] Devido à deposição química molhada, a profundidade de estrutura t_A do relevo de superfície 552 reproduzida na camada espaçadora 55 reduz de forma apreciável em comparação com a profundidade de estrutura t_R do relevo de superfície 52 no filme de substrato 53, isto é, $t_A \leq 80\% t_R$. O quão relaxadas, isto é, enfraquecidas, as estruturas estão na segunda superfície limítrofe depende, entre outras coisas, dos parâmetros de revestimento químico molhado, em particular a base de material, a viscosidade e a polaridade do sistema de verniz utilizado, mas também dos solventes utilizados. As espessuras de camada molhada e seca também possuem uma influência significativa.

[0088] As medições mostraram que não apenas a profundidade de estrutura no relevo 552 da camada espaçadora 55 diminui, mas o formato das estruturas pode algumas vezes mudar também. Micrografos mostram que, por exemplo, um formato aberto das estruturas Fresnel presentes na primeira superfície limítrofe – dessa forma, entre a camada

metálica semitransparente 54 e a camada espaçadora 55 – está presente não apenas menos profundamente, mas, em vez disso, também sinusoidal na segunda superfície limítrofe – dessa forma, entre a camada espaçadora 55 e a segunda camada metálica 56. Isto é representado esquematicamente na figura 6.

[0089] Devido a esse nivelamento de formato e/ou a correlação decrescente entre dois relevos de superfície 51, 552, a espessura da camada espaçadora pode variar de forma relativamente grande, que então resulta em um enfraquecimento substancial do contraste de cor. Visto que a impressão de cor é influenciada diretamente pela espessura de camada da camada espaçadora 55, tal espessura de camada de variação relativamente grande resulta em uma impressão de cor muito variada em uma extensão lateral no tamanho do período de grade e, dessa forma, abaixo do limite de resolução do olho humano.

[0090] Por exemplo, em um ângulo de observação de 30, uma espessura de camada da camada espaçadora impressa 55 (índice de refração $n = 1,5$) de 425 nm resulta em uma impressão de cor vermelha, uma espessura de 350 nm resulta em uma impressão de cor verde e uma espessura de 300 nm resulta em uma impressão de cor azul. A cor mista de tal camada espaçadora 55 com uma espessura de camada variando muito abaixo do limite de resolução do olho humano, portanto, normalmente parece cinza escuro ou cinza metálico para o olho humano. A espessura de camada muito variável da camada espaçadora 55 está basicamente presente com um período de grade fino em áreas da estrutura de relevo 51, 552. Nesse caso, existe um gradiente de cor nas áreas com um período aproximado da estrutura de relevo na direção do cinza/acromático em áreas com um período fino da estrutura de relevo. Visto que o gradiente é gerado pelas estruturas do relevo de superfície 51, o gradiente de cor para cinza é perfeitamente registrado com

relação à impressão 3D ou formato de superfície tridimensional das estruturas de relevo 51, 552.

[0091] A grande variação da espessura de camada da camada espaçadora 55 está basicamente presente nas regiões nas quais o período das microestruturas de relevo de superfície é pequeno – isto é, $\leq 50\ \mu\text{m}$, preferivelmente $\leq 30\ \mu\text{m}$, em particular $\leq 20\ \mu\text{m}$. A variação resultante da espessura de camada da camada espaçadora 55 resulta em um gradiente de cor para cinza, onde a área que parece cinza começa tipicamente quando o período das microestruturas de relevo de superfície é $\leq 50\ \mu\text{m}$, preferivelmente $\leq 30\ \mu\text{m}$, em particular $\leq 20\ \mu\text{m}$. O gradiente de cor para cinza enfatiza opticamente de forma clara a superfície de forma livre.

[0092] O período das microestruturas é tipicamente menor na direção da superfície de borda da forma livre, razão pela qual o gradiente de cor para cinza normalmente corre do centro da superfície de forma livre para a borda.

[0093] Em adição a uma progressão de cor ou gradiente de cor a partir de uma primeira cor para uma impressão cinza ou metálica, é possível também se realizar uma progressão de uma primeira cor para uma segunda cor. Para tal, é preferível que a correlação das duas superfícies limítrofes da camada espaçadora 55 seja muito pequena, isto é, $t_A \leq 50\% t_R$ e em particular $t_A \leq 30\% t_R$. No caso extremo, a segunda superfície limítrofe é até mesmo formada quase que de forma suave na direção da segunda camada metálica, ou a correlação entre os relevos de superfície 51, 552 é (quase) completamente removida. Essa é uma forma extrema de mudança de formato ou nivelamento de formato. As figuras 7 e 8 ilustram essas vistas laterais esquemáticas que não estão em escala.

[0094] Em particular, no caso de um sistema de verniz que resulta em um desacoplamento das superfícies limítrofes, um efeito adicional

também pode ocorrer em adição à mudança de formato ou nivelamento de formato. Presumidamente, durante o processo de secagem da camada espaçadora aplicada de forma quimicamente molhada 55, forças capilares que originam dos sulcos de relevo empurram o material da camada espaçadora 55 na direção de um período maior de estruturas do relevo de superfície – isto é, tipicamente na direção do centro do formato de relevo ou superfície de forma livre desejada. Adicionalmente, o material da camada espaçadora 55 é, sem dúvida, também empurrado na direção das superfícies espelhadas, cercando o relevo de superfície, ou também cercando as superfícies com outras estruturas mais planas. As redes de difração com períodos abaixo de $2\text{ }\mu\text{m}$ e profundidades de grade abaixo de 200 nm são um exemplo dessas outras estruturas. A espessura de camada é, dessa forma, maior no centro da superfície de forma livre, ou em áreas com um período aproximado Δx , além de nas áreas que cercam o relevo de superfície do que na borda da superfície de forma livre, ou em áreas com um período menor Δx das estruturas de relevo. Nas áreas com um período local relativamente grande Δx das estruturas de relevo, a espessura de camada é quase idêntica à espessura nas áreas sem estruturas, isto é, em uma superfície suave, ou quase idêntica à espessura nas áreas com outras estruturas mais planas. O gradiente de cor é contínuo e perfeitamente registrado com relação ao formato do relevo de superfície. O gradiente de cor enfatiza, dessa forma, de maneira opticamente clara, a superfície de forma livre. A área com a segunda cor começa tipicamente quando o período das microestruturas de relevo de superfície é $\leq 30\text{ }\mu\text{m}$, preferivelmente $\leq 20\text{ }\mu\text{m}$, em particular $\leq 15\text{ }\mu\text{m}$.

[0095] Corpos de múltiplas camadas da forma da invenção, que possuem um gradiente de uma primeira cor para uma segunda cor, podem até mesmo possuir dois efeitos de cor diferentes na área com o relevo de superfície na forma de uma superfície de forma livre. Dessa

forma, por exemplo, na área com um período aproximado Δx , pode haver um efeito de cor de vermelho no caso de observação quase perpendicular para verde no caso de observação inclinada (por exemplo, 30°). Ao mesmo tempo, na área com um período fino Δx , pode haver um efeito de cor de verde, no caso de observação quase perpendicular, para azul, no caso de observação inclinada (por exemplo, 30°).

[0096] Como um todo, é, dessa forma, possível se realizar ambas uma progressão de cor para cinza e de cor para cor.

[0097] Uma progressão de cor de uma primeira cor para uma impressão metálica/cinza/acromática ocorre quando o relaxamento é inferior a 50%, isto é, quando $t_A \geq 50\% t_R$. Ao mesmo tempo, no entanto, t_A deve ser $\leq 90\% t_R$ e, preferivelmente, $t_A \leq 80\% t_R$. Em outras palavras, se a profundidade de estrutura na superfície limítrofe entre a camada espaçadora e a segunda camada metálica se encontra entre 50% e 90%, preferivelmente de 50% a 80% da profundidade de espessura na superfície limítrofe entre a camada espaçadora e a primeira camada metálica, um gradiente de cor/cinza resulta.

[0098] Uma progressão de cores de uma primeira para uma segunda cor ocorre acima de tudo quando a profundidade de estrutura relaxa em mais de 50%, isto é, quando $t_A \leq 50\% t_R$. $t_A \leq 40\% t_R$ é preferível, $t_A \leq 30\% t_R$ é adicionalmente preferível e $t_A \leq 20\% t_R$ é preferível em particular. Em outras palavras, se a profundidade de estrutura na superfície limítrofe entre a camada espaçadora e a segunda camada metálica é menor do que/igual a 50%, preferivelmente menor do que/igual a 40%, particularmente preferivelmente menor do que/igual a 30% e, em particular, menor que/igual a 20% da profundidade de estrutura na superfície limítrofe entre a camada espaçadora e a primeira camada metálica, um gradiente entre dois resultados de cores.

[0099] Os casos descritos podem ser distinguidos por meio de me-

dições de espectrômetro. As figuras 9A a 9C ilustram exemplos de espectros medidos no caso de incidência perpendicular – isto é, quando $\alpha = 0$ - para o caso ilustrado na figura 4 de uma correlação muito forte das superfícies limítrofes no caso de uma camada espaçadora aplicada utilizando tecnologia de vácuo de acordo com o estado da técnica (figura 9A), o caso ilustrado na figura 5 de uma correlação enfraquecida dos relevos de superfície no caso de deposição química molhada da camada espaçadora (figura 9B) e o caso ilustrado na figura 7 de uma correlação muito baixa dos relevos de superfície no caso de deposição química molhada da camada espaçadora (figura 9C). Um espectro na área com um período aproximado do relevo de superfície (gráfico de linha tracejada central) e um na área com o gradiente de cores ou na área com um pequeno período de relevos de superfície (gráfico de linha contínua de borda) como ilustrado em cada caso.

[0100] Como ilustrado na figura 9A, os espectros das áreas central e de borda do relevo de superfície no caso de uma camada espaçadora depositada por vapor segue substancialmente a mesma progressão – isto é, os picos máximo e mínimo se encontram no mesmo comprimento de onda. O sistema de filme fino, portanto, parece monocromático por toda a área da superfície de forma livre. O reflexo ligeiramente reduzido na área de borda é decorrente do fato, entre outras coisas, de que o relevo de superfície causa a difração de parte da luz mais fortemente a partir da direção de visualização do espectrômetro na área de borda do que na área central.

[0101] Na figura 9B deve-se reconhecer que na área do relevo de superfície 51 existe um gradiente a partir de uma primeira cor (gráfico de linha tracejada, central) para uma impressão cinza/metálica (gráfico de linha contínua, borda), onde a diferença ΔR entre o máximo R_{\max} e o mínimo R_{\min} do reflexo medido no caso de incidência perpendicular na faixa espectral de 430 nm a 690 nm é de pelo menos 3x, preferivelmente

pelo menos 5x e em particular preferivelmente pelo menos 7x, superior na área da primeira cor do que na área com a impressão cinza/metálica.

[0102] No caso da figura 9C, deve-se reconhecer que na área do relevo de superfície 51 existe um gradiente de uma primeira (gráfico de linha tracejada, centro) para uma segunda cor (gráfico de linha contínua, borda), onde os dois espectros de reflexo, pertencentes às cores e medidos no caso de incidência perpendicular, exibem uma mudança de comprimento de onda $\Delta\lambda$ de pelo menos um dos picos de reflexo de pelo menos 10 nm, preferivelmente pelo menos 20 nm e em particular pelo menos 30 nm. Esse pico de reflexo aqui normalmente se encontra na faixa espectral de 430 nm a 690 nm. No exemplo medido, ilustrado na figura 9c, a mudança do comprimento de onda de pico é $\Delta\lambda = 531 \text{ nm} - 508 \text{ nm} = 23 \text{ nm}$.

[0103] Em vez dos sistemas Fabry-Pérot descritos até agora, outros sistemas de filme fino também podem ser utilizados, por exemplo, sistemas HLH (HLH, LHL, HLHL, LHLH, etc.). Um exemplo específico disto é uma deposição de vapor da estrutura de superfície replicada com uma camada de material de alto índice de refração (H, H para índice de refração alto), por exemplo, 80 nm TiO_2 com $n \approx 2,54$ a $\lambda = 589 \text{ nm}$, ZrO_2 ou ZnS . Uma camada espaçadora de baixo índice de refração (L, L para baixo índice de refração) com a espessura d é então aplicada de forma quimicamente olhada, por exemplo, 500 nm de verniz de PVC com $n = 1,545$ a 589 nm. Essa camada gera a diferença de percurso ótico para a interferência de partes de luz. Nessa camada espaçadora, as estruturas na segunda superfície limítrofe são novamente apresentadas de forma relaxada, o que resulta em um gradiente. Como uma terceira camada, novamente uma camada de material de alto índice de refração (H), por exemplo, 80 nm TiO_2 , ZrO_2 ou ZnS , é aplicado, por exemplo, depositado por vapor. A espessura das camadas de alto índice de refração é preferivelmente na faixa de 10 nm a 200 nm e em particular

entre 20 nm e 100 nm. Tal sistema de filme fino também gera, através de interação com as estruturas de relevo, uma impressão de cores com uma progressão de cores ou gradiente de cores. A vantagem de tal sistema de filme fino é que é transparente, e, dessa forma, também pode ser colocado sobre dados vitais, em particular personalizados e/ou individualizados, por exemplo, em documentos de ID.

[0104] A progressão de cores dos corpos de múltiplas camadas 5 descrita até agora também pode ser modificada por meio de filtros coloridos que, a partir do observador, são localizados acima da pilha de filme fino. Por exemplo, na pilha de camadas, uma ou mais camadas podem ser pintadas.

[0105] A figura 10 ilustra, em uma vista lateral esquemática, o exemplo de um corpo de múltiplas camadas pintado 5. A estrutura de camadas corresponde ao ilustrado na figura 5. Uma camada de verniz pintada adicional 58 com uma espessura de camada preferida de cerca de 200 nm e 5 µm é fornecida entre a camada de replicação 57 e o filme de substrato 53.

[0106] Alternativamente, a estrutura de relevo de superfície 51 pode, no entanto, ser replicada também em um verniz de replicação tingido. A impressão de cores do relevo de superfície 51 em todos esses casos é sobreposta com a impressão colorida do filtro colorido 58.

[0107] Um exemplo específico também é chamado folha dourada, que possui um verniz de replicação indiretamente ou diretamente tingido de amarelo. Em tal filme, o fundo que é vermelho escuro, por exemplo, em um ângulo de observação de 30° além da área vermelha escuro do relevo de superfície parecerá mais laranja. A área de borda metálica-cromada do relevo de superfície por outro lado terá um efeito amarelo escuro. O gradiente de cores não será, portanto, vermelho escuro para cromado-metálico, mas laranja para amarelo.

[0108] Um exemplo específico da integração da combinação do relevo de superfície 51 na forma de uma superfície de forma livre e sistema de filme fino 52 da forma da invenção em um elemento de segurança 6 com um KINEGRAM® é representado na figura 11.

[0109] Aqui, um desenho KINEGRAM é replicado e depositado por vapor por toda a superfície com uma primeira camada de alumínio 61. Então, em um processo de desmetalização padrão, em registro, o alumínio é removido na área 62 com o relevo da superfície 51 além de nas áreas 63 onde o efeito de filme fino é, de outra forma, ainda observado. O sistema de filme fino 52, que corresponde aos exemplos de modalidade já descritos, é então aplicado ao fundo, observado a partir do observador, da primeira camada de alumínio 61.

[0110] A figura 12 ilustra uma nota bancária de modelo ilustrativo 7 com tal desenho de desmetalização. Uma tarja de segurança 71 contém, entre outras coisas, um relevo de superfície 51, que representa uma superfície de forma livre na forma de um leão e que possui um dos gradientes de cor descritos. Esse relevo de superfície 51 está presente em uma área de desmetalização 62 da tarja. O resto da tarja tem outros efeitos ainda, por exemplo, efeitos de difração. Adicionalmente, a tarja contém três áreas desmetalizadas 63 na forma do número "55", onde o sistema de três camadas Fabry-Pérot 52 também está presente nessas áreas desmetalizadas. Os três números "55", conseqüentemente, exibem o mesmo efeito de inclinação de cor ou um efeito muito similar visto que também está presente no relevo de superfície 51 nas áreas com um período aproximado. Alternativamente, o efeito colorido nas áreas 63 pode ser diferente do na área 62. Para tal, uma espessura diferente da camada espaçadora 55 deve estar presente localmente. Nos processos de impressão é facilmente possível se gerar espessuras localmente diferentes de uma forma alvo. Isso pode ser alcançado, por exemplo, por

profundidades diferentes das células de tinta em um cilindro de impressão de gravura nas áreas do cilindro que depositam a camada espaçadora nas áreas 62 e 63.

[0111] Uma alternativa adicional fornece que as camadas metálicas do sistema de filme fino 52 são adicionalmente removidas nas áreas 63 por meio de uma ou mais etapas de desmetalização adicionais. Isso pode ser alcançado, por exemplo, através de um chamado processo de elevação. Nesse caso, um efeito colorido está presente na área 62, ao passo que o substrato não deve ser perturbado por camadas metálicas nas áreas 63.

[0112] A figura 13 ilustra uma vista superior esquemática de tal elemento de segurança 71 em detalhes. A progressão colorida na área do relevo de superfície 51 é ilustrada pelas linhas de contorno. O fundo para o motivo formado pelo relevo de superfície 51 é formado pelas superfícies metalizadas 72.

[0113] O efeito colorido do relevo de superfície 51 na forma de uma superfície de forma livre pode, como previamente descrito, ser visível a partir da frente do substrato, isto é, a partir do lado para o qual o corpo de múltiplas camadas é aplicado. Alternativamente, a estrutura de camada também pode ser projetada de modo que o efeito colorido seja observado através de uma janela no documento de segurança para o qual o corpo de múltiplas camadas é aplicado. Em outras palavras, um observador observa o efeito colorido do relevo de superfície quando observa a parte posterior do documento de segurança. Ao mesmo tempo, o corpo de múltiplas camadas pode ser projetado de modo que o observador observe o relevo de superfície 51 na forma de uma superfície de forma livre em uma forma metalicamente refletora e espacialmente espelhada na frente do documento de segurança. O espelhamento aqui pode ser não apenas um espelhamento esquerdo/direito. A superfície de forma livre pode também parecer avolumada para fora em um lado

do documento de segurança e parece óticamente como sendo recuado no outro lado. Isso aumenta a capacidade de memorização e, dessa forma, o efeito de identificação adicionalmente.

[0114] A figura 14 ilustra um método alternativo para produção de um corpo de múltiplas camadas 5 com desmetalização parcial das camadas metálicas 54, 56. Uma primeira camada metálica 54, como já explicado, é aplicada aqui também ao filme de substrato 53 com um relevo de superfície 51 do tipo descrito. Nesse exemplo de modalidade, a primeira camada metálica 54 é formada como uma camada espelhada opaca. Isto é sobreimpresso com uma resistência a ataque com reagente químico 8, que permanece omitida nas áreas 541 a ser desmetalizada. Nessas áreas 541, a camada metálica 54 pode então ser removida por ataque com reagente químico (figura 14A).

[0115] Depois do ataque com reagente químico, a resistência a ataque com reagente químico 8 pode ser removida novamente por solventes adequados (figura 14B) e a camada metálica descoberta 54 pode ser sobreimpressa com a camada espaçadora transparente (figura 14C).

[0116] Antes da deposição da segunda camada metálica 56, um verniz de remoção 9 é depositado na camada espaçadora 55 nessas áreas 561 onde a segunda camada metálica 56 deve ser removida posteriormente (figura 14D). A segunda camada metálica 56 é então aplicada sobre toda a superfície (figura 14E). Nesse exemplo, a segunda camada metálica é formada de forma semitransparente. Quando o verniz de remoção 9 é removido por um solvente adequado, a segunda camada metálica 56 também é removida com o mesmo nas áreas 561 (figura 14F).

[0117] As áreas desmetalizadas 541 e 561 são, dessa forma, obtidas nas duas camadas metálicas, que se sobrepõem e que podem for-

mar um motivo. Não existe qualquer efeito de filme fino nas áreas desmetalizadas 541 e 561.

[0118] Se o corpo de múltiplas camadas 5 é aplicado a um documento de segurança, por exemplo, uma nota bancária 7 por meio de uma camada adesiva adequada 57 (figura 14G), as áreas desmetalizadas permite que o substrato da nota bancária seja visualizado. A área desmetalizada 541 forma, como está para ser reconhecida na figura 15, o número "55", enquanto a área desmetalizada 561 emoldura o relevo de superfície.

[0119] A área do relevo de superfície 51 é disposta sobre uma janela 72 da nota bancária, com o resultado de o efeito do relevo de superfície 51 com o efeito de mudança de cor gerado pelo sistema de filme fino 52 seja reconhecido a partir de outro lado da nota bancária 7. As áreas desmetalizadas 541 e 561, em contraste, são ocultadas pelo substrato da nota bancária 7 no caso de observação através da janela 72.

[0120] A figura 16 ilustra um método alternativo adicional para produção de um corpo de múltiplas camadas 5 com desmetalização parcial das camadas metálicas 54, 56. Uma primeira camada metálica 54, como já explicado, também é aplicada aqui ao filme de substrato 53 com um relevo de superfície 51 do tipo descrito. Isto é sobreimpresso com uma resistência a ataque com reagente químico 8, que permanece omitida nas áreas 541 a serem desmetalizadas. Nessas áreas 541 a camada metálica 54 pode então ser removida pelo ataque com reagente químico (figura 16A). Em adição, a área do relevo de superfície 51 também permanece inicialmente aberta aqui. Nessa modalidade, a resistência a ataque com reagente químico 8 não é removida e pode assumir uma função decorativa adicional.

[0121] Agora, um verniz de elevação 9 é impresso nas áreas 541 para serem deixadas abertas (figura 16B). Então, uma camada metálica

semitransparente adicional 58, preferivelmente feita de cromo, é depositada por vapor através de toda a superfície (figura 16C) e removida novamente pela remoção do verniz de remoção 9 nas áreas 541 (figura 16D). A área do relevo de superfície 51 é dessa forma também metalizada.

[0122] De forma análoga aos métodos já descritos, a camada espalhadora 55 é aplicada agora (figura 16E) e depositada por vapor sobre toda a superfície com metal (figura 16F). Uma resistência a ataque com reagente químico 8 é novamente parcialmente impressa na segunda camada metálica gerada dessa forma 56, que é opaca nesse exemplo de modalidade, (figura 16G) e a camada metálica 56 é removida nas áreas deixadas abertas 561 por ataque com reagente químico (figura 16H). Aqui também, as áreas 541 e 561 se sobrepõem novamente.

[0123] O corpo de múltiplas camadas pode agora ser aplicado a uma nota bancária 7 novamente por meio de uma camada adesiva 57 (figura 16I). Nessa modalidade, o filme de substrato 53 é removido (variação de gravação quente) e nenhuma janela é fornecida. O corpo de múltiplas camadas 5 exibe o efeito desejado no caso de observação direta a partir do lado do filme de substrato 53. Como será reconhecido na figura 17, a área desmetalizada 541 novamente forma o número "55". A área desmetalizada 561 forma um quadro para o relevo de superfície 51, que é, no entanto, coberto pela camada metálica 54. O formato oval do corpo de múltiplas camadas pode ser gerado pela aplicação do corpo de múltiplas camadas 5 para a nota bancária 7 por meio do contorno externo oval. As camadas restantes do corpo de múltiplas camadas 5 são removidas do filme de substrato 53, e juntos aplicados à nota bancária 7 como uma dobra de transferência, apenas na área onde a matriz de gravação quente oval age no filme de substrato 53 por meio de pressão e calor e ativa a camada adesiva 57 do corpo de múltiplas camadas 5 preferivelmente formado como uma camada adesiva ativada por calor.

[0124] Um método adicional para produção de um corpo de múltiplas camadas 5 com desmetalização parcial das camadas metálicas é representado em vistas laterais esquemáticas – fora de escala – nas figuras 18A a 18G.

[0125] Uma camada metálica opaca 58 também é aplicada aqui ao filme de substrato 53 com um relevo de superfície 51 do tipo descrito. Isto é sobreimpresso com uma resistência a ataque com reagente químico 8, que permanece omitida em áreas a serem desmetalizadas. Nessas áreas, a camada metálica 58 pode então ser removida por ataque com reagente químico (figura 18A). Em adição à área do relevo de superfície 51 também permanece inicialmente aberta aqui. Nessa modalidade, a resistência a ataque com reagente químico 8 não é removida e pode assumir funções decorativas adicionais.

[0126] A seguir, uma primeira camada metálica 54 é aplicada pela deposição de vapor sob vácuo (figura 18B). Essa primeira camada metálica 54 cobre, entre outras coisas, o relevo de superfície 51. Essa primeira camada metálica 54 é formada de forma semitransparente nesse exemplo de modalidade.

[0127] Então, a camada espaçadora 55 é aplicada agora parcialmente e registrada de forma relativa ao relevo de superfície 51 (figura 18C) e depositada por vapor sobre toda a superfície com a segunda camada metálica 56 (figura 16D). Essa segunda camada metálica 56 é formada de maneira opaca. Em áreas que não são fornecidas com a camada espaçadora parcial 55, a segunda camada metálica 56 se encontra diretamente na primeira camada metálica 54. Uma resistência a ataque com reagente químico 81 é novamente impressa na segunda camada metálica gerada dessa forma 56, que é opaca nesse exemplo de modalidade, parcialmente e registrado (figura 18E).

[0128] A primeira 54 e segunda 56 camadas metálicas são então removidas em uma etapa nas áreas abertas por ataque com reagente

químico (figura 18F). Para tal, a primeira 54 e a segunda 56 camadas metálicas devem consistir em metais que podem ser removidos com a mesma solução de ataque com reagente químico. Ambas as camadas metálicas consistem preferivelmente no mesmo metal, em particular, preferivelmente, ambos os metais consistem em alumínio ou cobre.

[0129] O corpo de múltiplas camadas 5 pode agora ser aplicado a uma nota bancária 7 novamente por meio de uma camada adesiva 57 (figura 18G). Nessa modalidade também, o filme de substrato 53 é removido (variação de gravação quente) e não existe janela. O corpo de múltiplas camadas 5 exibe o efeito desejável no caso de observação direta a partir do lado do filme de substrato. Duas etapas de desmetalização são suficientes para o método, para esse desenho combinado com áreas metálicas com, por exemplo, efeitos de difração e áreas com efeito de inclinação de cores.

[0130] Um método adicional para a produção de um corpo de múltiplas camadas com desmetalização parcial das camadas metálicas é representado em vistas laterais esquemáticas, fora de escala, nas figuras 19A a 19F.

[0131] Aqui também, uma camada metálica semitransparente 54 é aplicada ao filme de substrato 53 com um relevo de superfície 51 do tipo descrito pela deposição de vapor sob vácuo (figura 19A). Então, a camada espaçadora 55 é agora aplicada parcialmente e registrada com relação ao relevo de superfície 51 (figura 19B) e depositada por vapor através de toda a superfície com a segunda camada metálica 56 (figura 19C). Essa segunda camada metálica 56 é formada de maneira opaca. Nas áreas que não são fornecidas com a camada espaçadora parcial 55, a segunda camada metálica 56 se encontra diretamente na primeira camada metálica 54. Efeitos de difração metálicos estão presentes nessas áreas. Uma resistência a ataque com reagente químico 8, que per-

manece omitida nas áreas a serem desmetalizadas, é impressa na segunda camada metálica 56, que é opaca nesse exemplo de modalidade, é parcialmente registrada (figura 19D). A primeira 54 e a segunda 56 camadas metálicas são então removidas em uma etapa nas áreas deixadas abertas por ataque com reagente químico (figura 19E). Para tal, a primeira 54 e a segunda 56 camadas metálicas devem consistir em metais que podem ser removidas com a mesma solução de ataque com reagente químico. Ambas as camadas metálicas consistem preferivelmente do mesmo metal, em particular, preferivelmente, ambos os metais consistem em alumínio ou cobre.

[0132] O corpo de múltiplas camadas 5 pode agora ser aplicado a uma nota bancária 7 novamente por meio de uma camada adesiva 57 (figura 19F). Nessa modalidade também, o filme de substrato é removido (variação de gravação quente) e não existe qualquer janela. O corpo de múltiplas camadas 5 exibe o efeito desejado no caso da observação direta a partir do lado do filme de substrato. Apenas uma etapa de desmetalização é suficiente para o método, para esse desenho combinado com áreas metálicas com, por exemplo, os efeitos de difração e áreas com o efeito de inclinação de cores.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de produção de um corpo de múltiplas camadas (5), caracterizado pelo fato de apresentar as etapas de:

(a) fornecer um filme de substrato (53) com uma camada de replicação;

(b) moldar um relevo de superfície (51) aparecendo para o observador na forma de uma superfície de forma livre tridimensional, que é formado em particular por estruturas com um desenho tipo lente que gera um efeito de ampliação, redução ou distorção, em uma superfície da camada de replicação;

(c) aplicar uma primeira camada metálica (54) à superfície da camada de replicação que forma o relevo de superfície (51);

(d) aplicar de forma quimicamente molhada uma camada espaçadora (55), pelo menos parcialmente transparente, à primeira camada metálica (54), sendo que a camada espaçadora (55) forma um relevo de superfície adicional (552) na sua superfície voltada para longe da camada de replicação, e sendo que o relevo de superfície (51) e o relevo de superfície adicional (552) se correlacionam pelo menos de forma parcial;

(e) aplicar uma segunda camada metálica (56) à camada espaçadora (55);

sendo que pelo menos uma das duas camadas metálicas (54, 56) é formada de maneira semitransparente; ou

(a) fornecer um filme de substrato (53) com uma camada de replicação;

(b) moldar um relevo de superfície (51) aparecendo para o observador na forma de uma superfície de forma livre tridimensional, que é formado em particular por estruturas com um desenho tipo lente que gera um efeito de ampliação, redução ou distorção, em uma superfície da camada de replicação;

(c) aplicar uma primeira camada dielétrica de índice de refração alto à superfície da camada de replicação que forma o relevo de superfície (51);

(d) aplicar de forma quimicamente molhada uma camada espaçadora (55) pelo menos parcialmente transparente à primeira camada dielétrica, sendo que a camada espaçadora (55) forma um relevo de superfície adicional (552) na sua superfície voltada para longe da camada de replicação, e sendo que o relevo de superfície (51) e o relevo de superfície adicional (552) se correlacionam pelo menos de forma parcial;

(e) aplicar uma segunda camada dielétrica de alto índice de refração à camada espaçadora (55);

sendo que a camada espaçadora (55) possui um índice de refração inferior ao da primeira e segunda camadas de alto índice de refração.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a camada espaçadora (55) ser aplicada por impressão tipo gravura, revestimento tipo cortina, revestimento de ranhura, revestimento rotativo ou revestimento por imersão.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a camada espaçadora (55) ser gerada pela aplicação de um verniz, em particular com base em nitrocelulose, epóxi, poliéster, resina colofônia, acrilato, elemento alquídico, melamina, PVA, PVC, isocianato ou sistemas de uretano, sendo que, preferencialmente, para aplicação da camada espaçadora (55), um verniz com uma viscosidade de 5 mPa*s a 250 mPa*s, preferivelmente de 15 mPa*s a 200 mPa*s e, particularmente, preferivelmente entre 20 mPa*s e 170 mPa*s, e/ou com pelo menos 30% em massa de um solvente com um índice de polaridade superior a 3,0, preferivelmente, pelo menos 50% em massa de um solvente com um índice de polaridade superior a 3,0 é utilizado.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de a camada espaçadora (55) ser aplicada com uma espessura de camada molhada de 1 μm a 20 μm , preferivelmente de 2 μm a 10 μm e/ou a camada espaçadora (55) ser secada após a aplicação, em particular em uma temperatura de 40 °C a 200 °C, preferivelmente de 40 °C a 150 °C.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de a primeira (54) e/ou segunda (56) camadas metálicas serem produzidas pela deposição por vácuo de Cr, Al, Cu, Ti, Ni, Ag ou Inconel, em particular, com uma espessura de camada de 2 nm a 20 nm, preferivelmente de 4 nm a 15 nm, ou

de que a primeira e segunda camadas dielétricas de alto índice de refração serem produzidas por deposição por vácuo de TiO_2 , ZrO_2 ou ZnS , em particular com uma espessura de camada de 10 nm a 200 nm e/ou que a primeira (54) ou segunda camada metálica (56) ser produzida pela deposição por vácuo de Al, Cr, Ag, Cu, com uma espessura de camada de 15 nm a 100 nm, preferivelmente de 20 nm a 60 nm.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de a primeira camada metálica (54) e/ou a segunda camada metálica (56) ser parcialmente desmetalizada, em particular por ataque com reagente químico e/ou de remoção.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de a primeira camada metálica (54) e/ou a segunda camada metálica (56) ser desmetalizada de modo que uma área desmetalizada (541, 561) da primeira camada metálica (54) e/ou da segunda camada metálica (56) forme um símbolo, imagem, logotipo, caractere alfanumérico ou uma combinação dos mesmos e/ou sendo que a primeira camada metálica (54) e a segunda camada metálica (56) são desmetalizadas, de modo que as áreas desmetalizadas (541, 561) se sobrepo-

nam na direção de visualização na superfície normal do plano abrangido pelo corpo de múltiplas camadas (5) e/ou sendo que a primeira camada metálica (54) e a segunda camada metálica (56) são desmetalizadas de modo que uma área metálica de uma das camadas metálicas (54, 56) se sobreponha ao contorno externo de uma área desmetalizada (541, 561) da respectiva outra camada metálica (54, 56).

8. Corpo de múltiplas camadas (5), em particular, obténível por um método, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de compreender:

- um filme de substrato (53);
- uma camada de replicação aplicada a uma superfície do filme de substrato (53), dentro de cuja superfície do qual, voltada para longe do filme de substrato (53), um relevo de superfície (51) aparecendo para o observador na forma de uma superfície de forma livre tri-dimensional é introduzido, o qual compreende estruturas, em particular, com um desenho tipo lente que gera um efeito de ampliação, redução ou distorção;
- uma primeira camada metálica (54) ou uma primeira camada dielétrica de alto índice de refração, que é disposta sobre a superfície da camada de replicação que forma o relevo de superfície (51);
- uma camada espaçadora (55) pelo menos parcialmente transparente, aplicada de forma quimicamente molhada, que é aplicada a uma superfície da primeira camada metálica (54) ou da camada de alto índice de refração voltada para longe da camada de replicação, e que forma um relevo de superfície adicional (552), sendo que o relevo de superfície (51) e o relevo de superfície adicional (552) se correlacionam pelo menos de forma parcial;
- uma segunda camada metálica (56) ou uma segunda camada dielétrica de alto índice de refração, que é aplicada a uma superfície da camada espaçadora (55) voltada para longe da primeira camada

metálica (54) ou da primeira camada dielétrica de alto índice de refração.

9. Corpo de múltiplas camadas (5), de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que uma profundidade de estrutura do relevo de superfície adicional (552) contém no máximo 90%, preferivelmente 80%, ainda preferivelmente no máximo 50%, de uma profundidade de estrutura do relevo de superfície (51) e/ou sendo que a profundidade de estrutura do relevo de superfície (51) é de 200 nm a 2000 nm, preferivelmente de 300 nm a 1500 nm.

10. Corpo de múltiplas camadas (5), de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 ou 9, caracterizado pelo fato de a camada espaçadora (55) possuir uma espessura de camada seca de 200 nm a 800 nm, preferivelmente de 300 nm a 700 nm, sendo que a espessura de camada seca é variável através da camada espaçadora (55) na área do relevo de superfície (51), que aparece na forma de uma superfície de forma livre tridimensional, e/ou sendo que a camada espaçadora (55) possui um índice de refração de 1,35 a 1,65, preferivelmente de 1,5 e/ou sendo que o relevo de superfície (51) apresenta microestruturas com uma razão de profundidade para largura de menos de 0,5, preferivelmente de menos de 0,4.

11. Corpo de múltiplas camadas (5), de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, caracterizado pelo fato de a superfície de forma livre ser formada como um elemento de forma livre difrativo com uma estrutura de grade.

12. Corpo de múltiplas camadas (5), de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a estrutura de grade compreender linhas de grade seguindo substancialmente os contornos da superfície de forma livre, sendo que a distância entre as linhas de grade muda através da estrutura de grade e, em particular, muda continuamente a partir da área central da superfície de forma livre para fora na direção

de sua borda e/ou que um período das linhas de grade, pelo menos em uma área parcial da estrutura de grade, ser menor do que 50 μm , preferivelmente menor que 30 μm , particularmente preferivelmente menor que 15 μm .

13. Corpo de múltiplas camadas (5), de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 12, caracterizado pelo fato de a primeira (54) e/ou segunda (56) camadas metálicas consistirem em Cr, Al, Cu, Ti, Ni, Ag ou Inconel, ou

sendo que a primeira e segunda camadas dielétricas de alto índice de refração consistem em TiO_2 , ZrO_2 ou ZnS e/ou sendo que a primeira (54) e/ou segunda (56) camadas metálicas possuem uma espessura de camada de 2 nm a 20 nm, preferivelmente de 4 nm a 15 nm, ou

sendo que a primeira e a segunda camadas dielétricas de alto índice de refração apresentam uma espessura de camada de 10 nm a 200 nm e/ou sendo que a primeira (54) ou segunda (56) camadas metálicas apresentam uma espessura de camada de 15 nm a 100 nm, preferivelmente de 20 nm a 60 nm.

14. Corpo de múltiplas camadas (5), de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 13, caracterizado pelo fato de o corpo de múltiplas camadas (5) possuir pelo menos uma camada de verniz (58), que é tingida por meio de uma tintura e/ou pigmento, sendo que preferencialmente a pelo menos uma camada de verniz (58) é disposta entre a camada de replicação e o filme de substrato (53) e/ou sendo que a camada de replicação é tingida por meio de uma tintura e/ou pigmento.

15. Documento de segurança, caracterizado pelo fato de compreender um corpo de múltiplas camadas (5), como definido em qualquer uma das reivindicações 8 a 14, sendo que preferencialmente o documento de segurança é formado como um documento de identificação, documento de visto, cartão de crédito, carteira de habilitação ou similares.

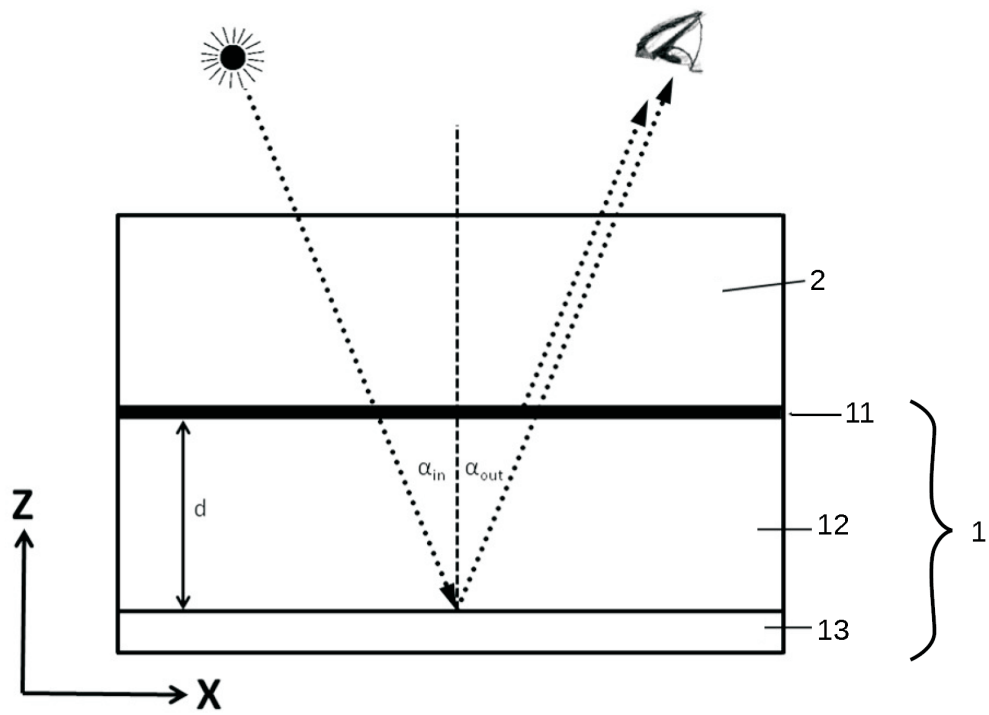


Fig. 1

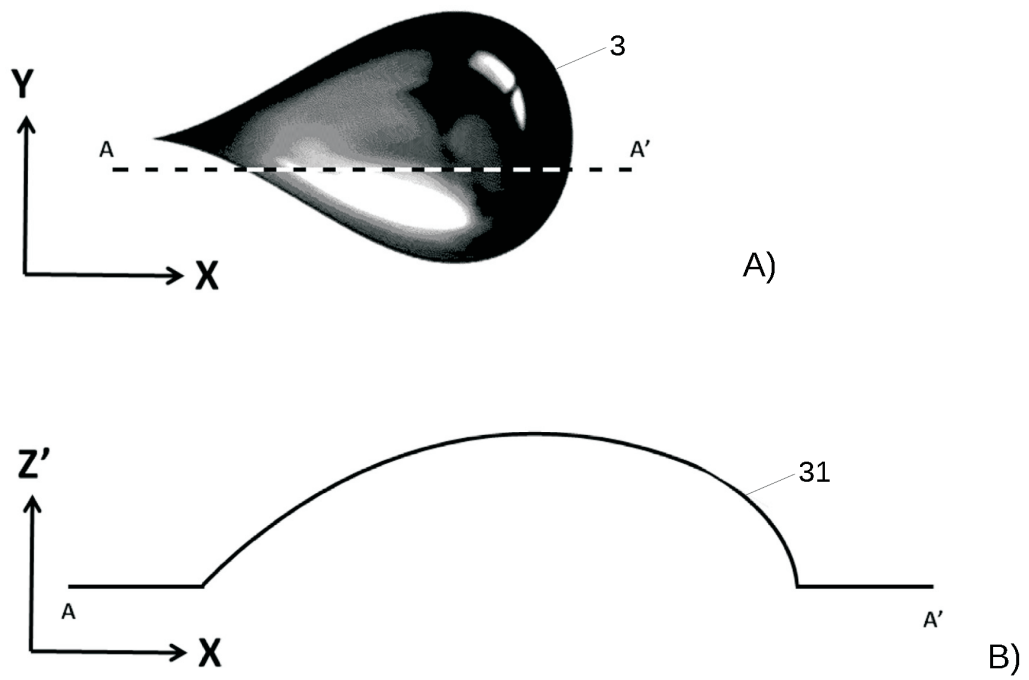
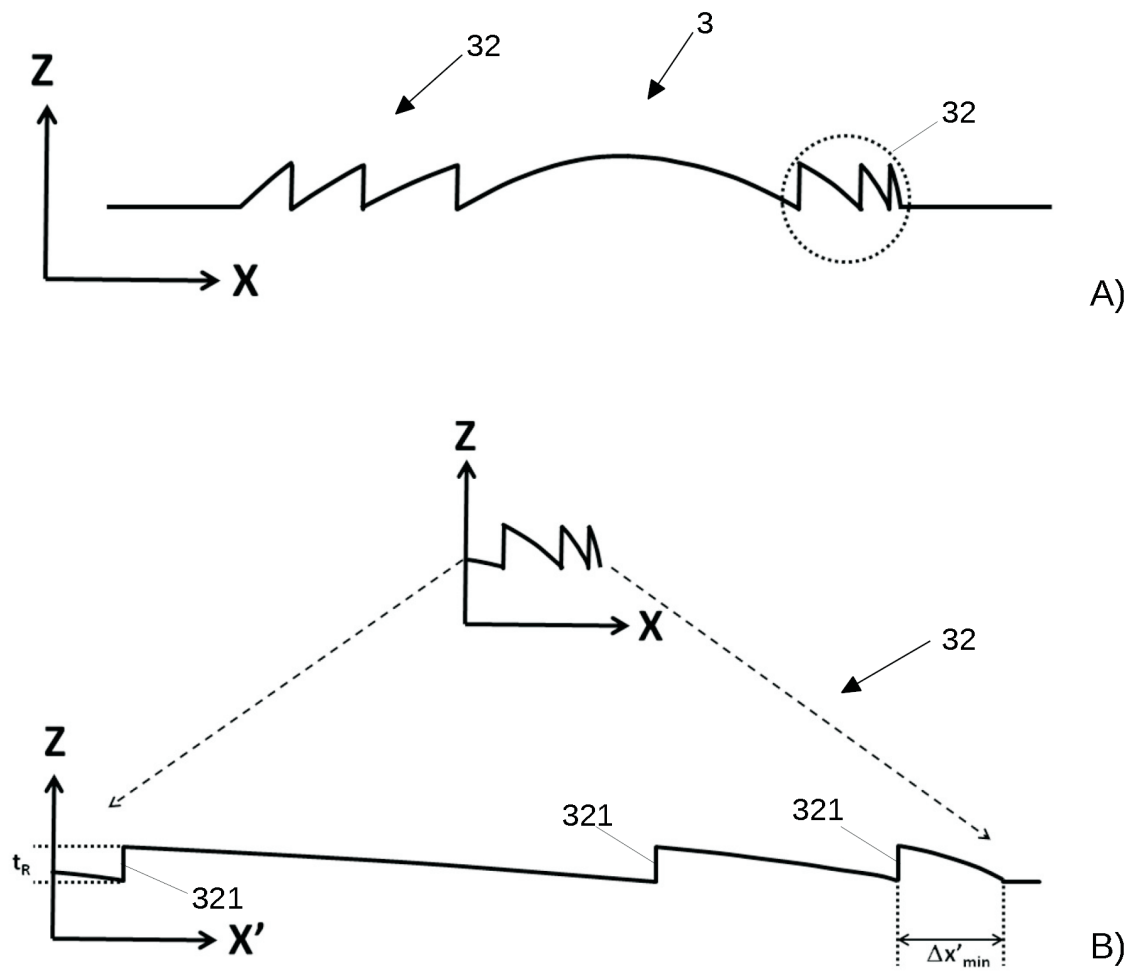


Fig. 2



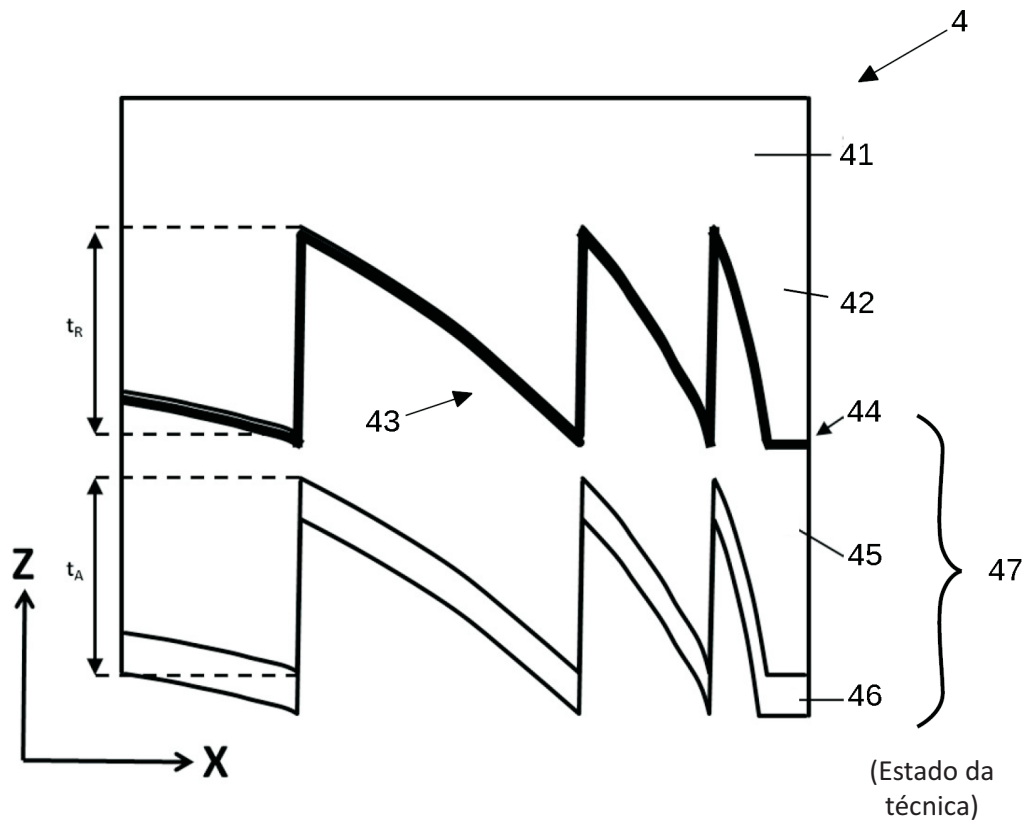


Fig. 4

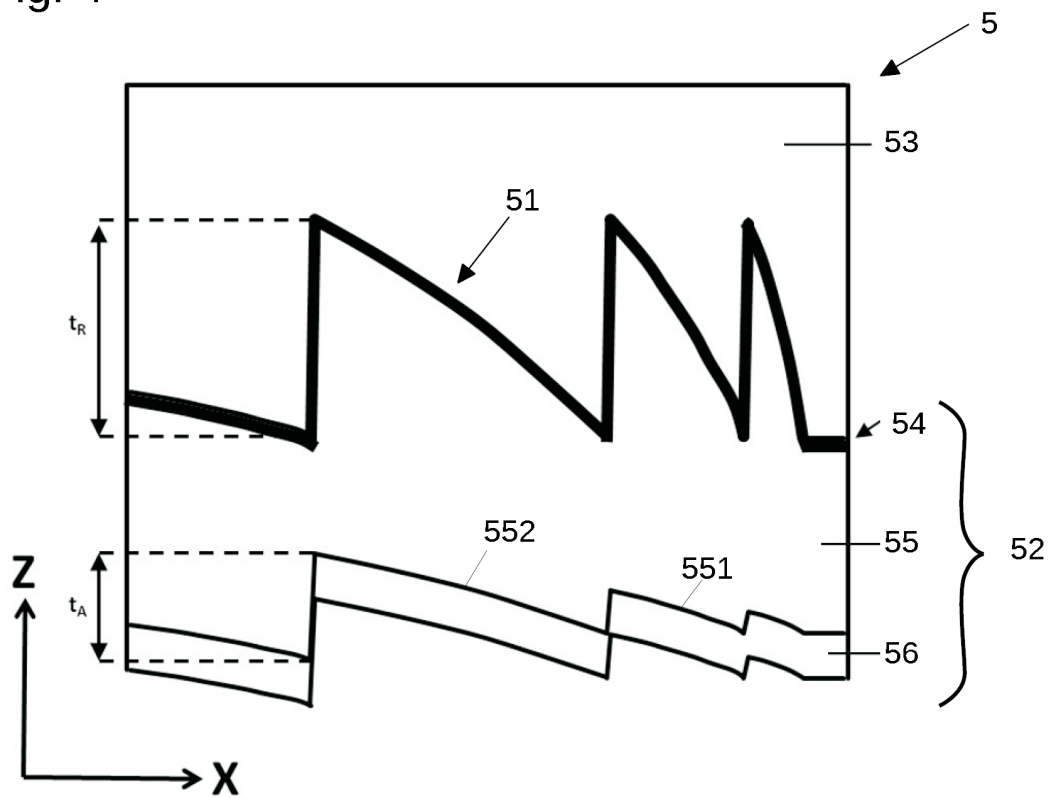


Fig. 5

4/27

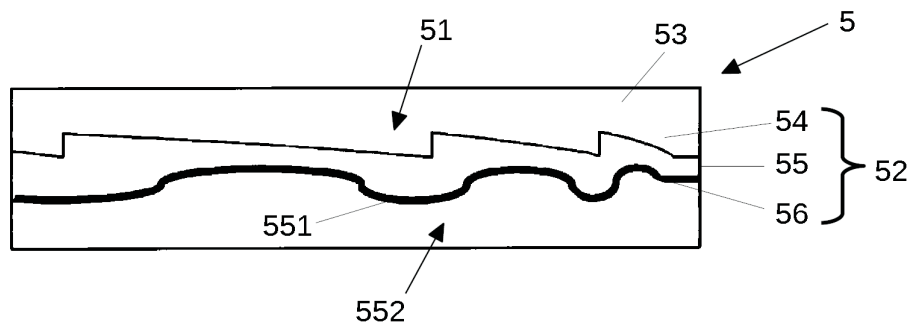


Fig. 6

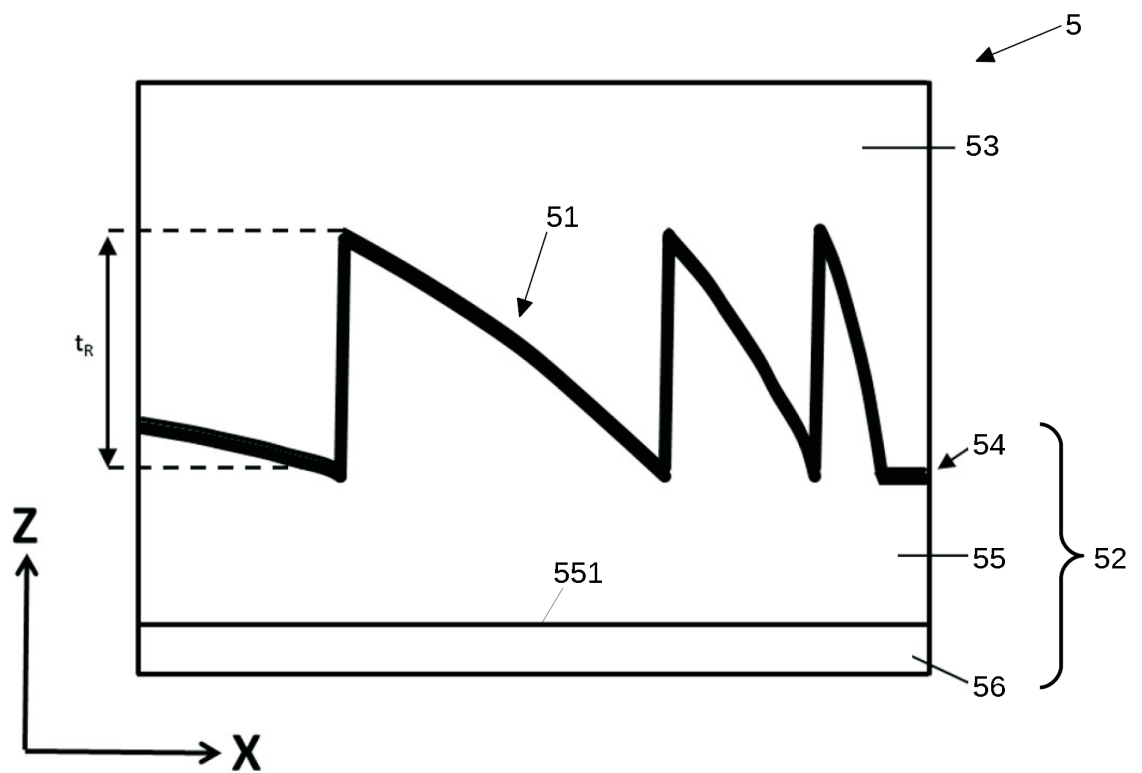


Fig. 7

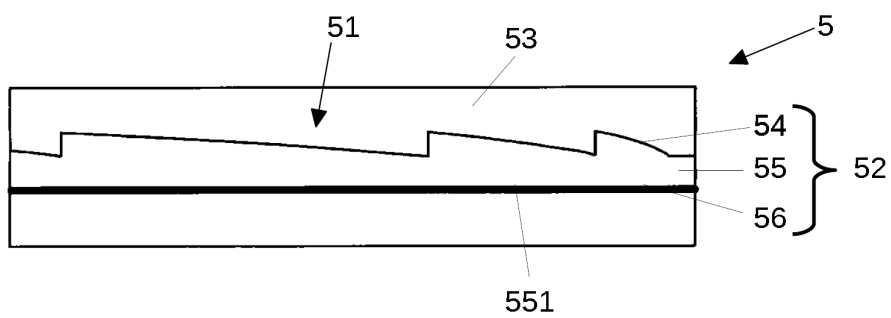
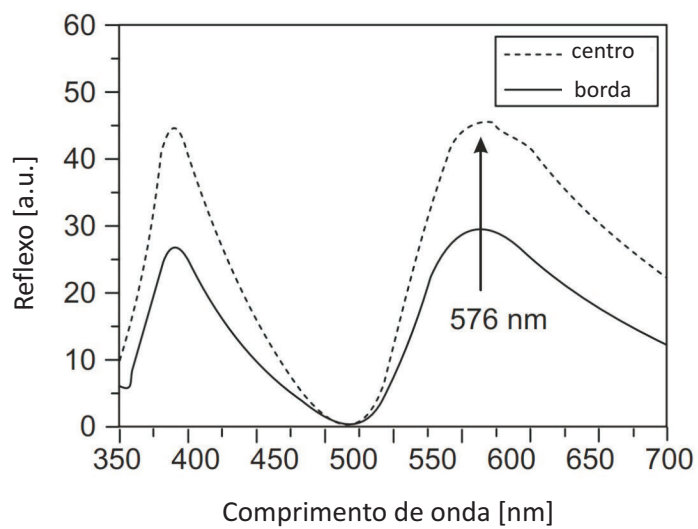
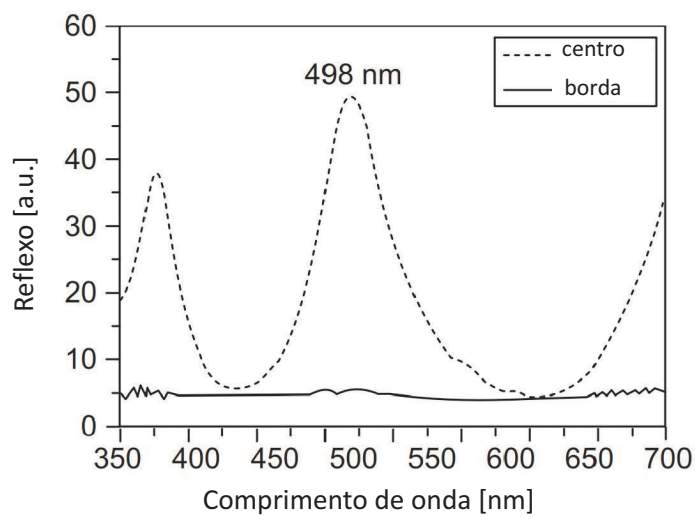


Fig. 8

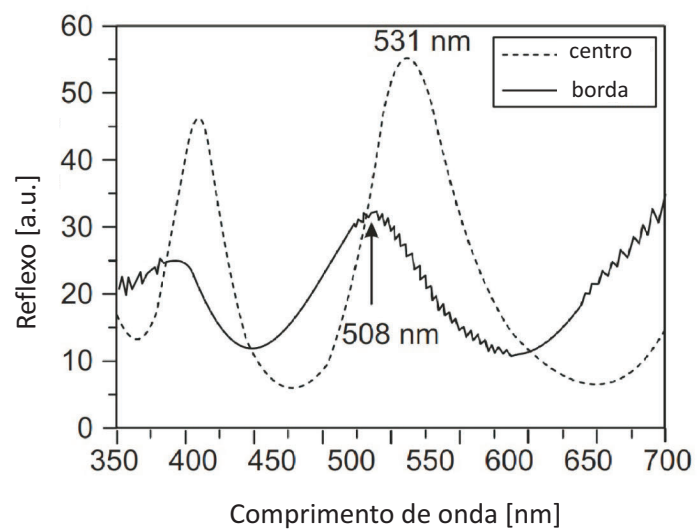
5/27



A)



B)



C)

Fig. 9

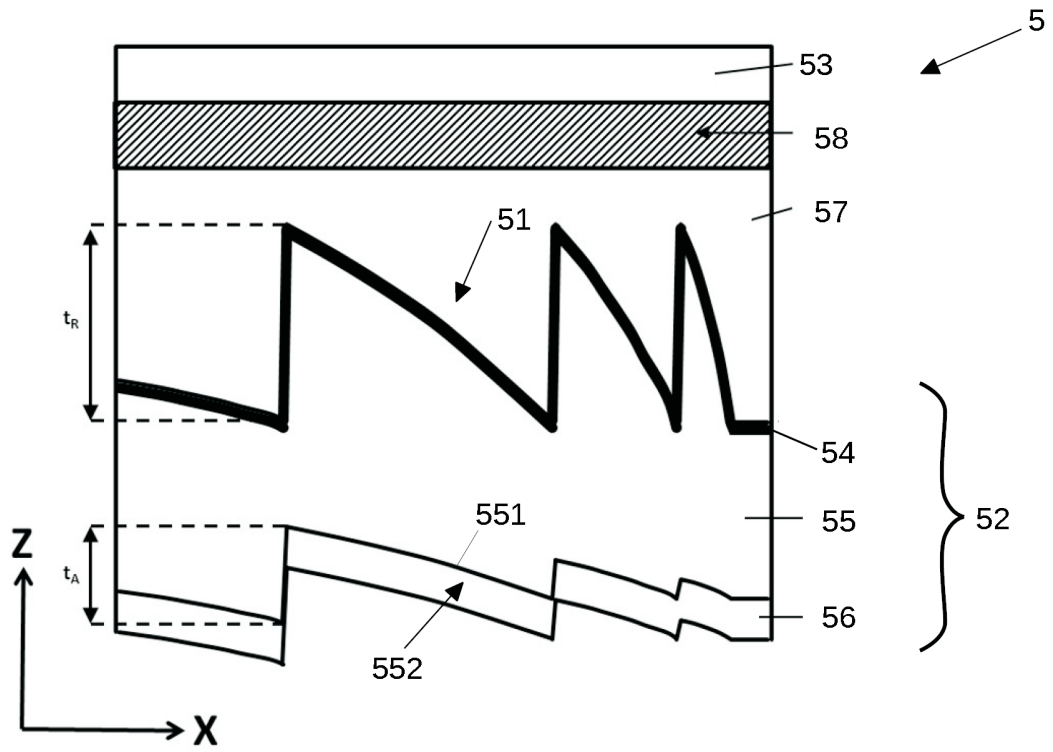


Fig. 10

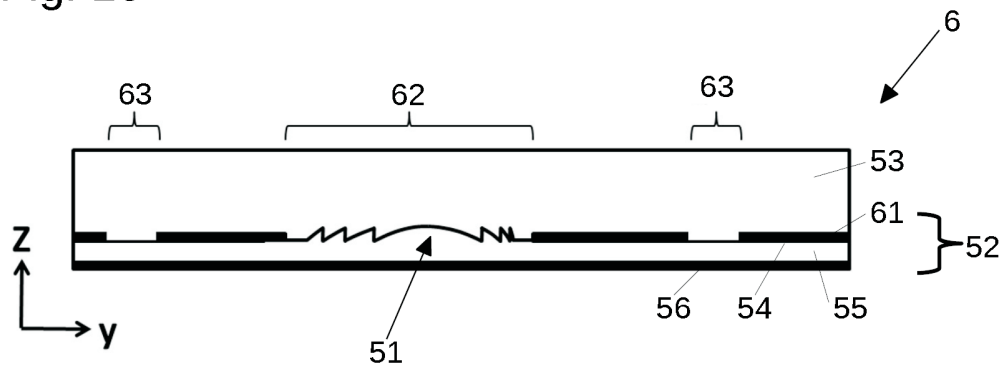


Fig. 11

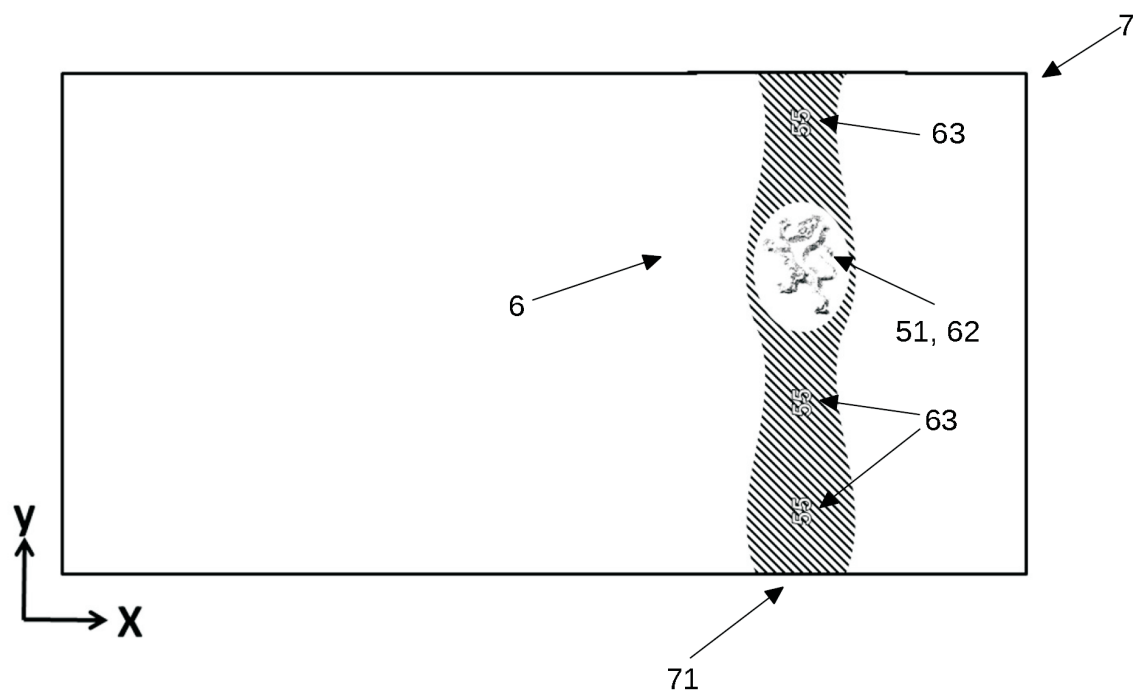


Fig. 12

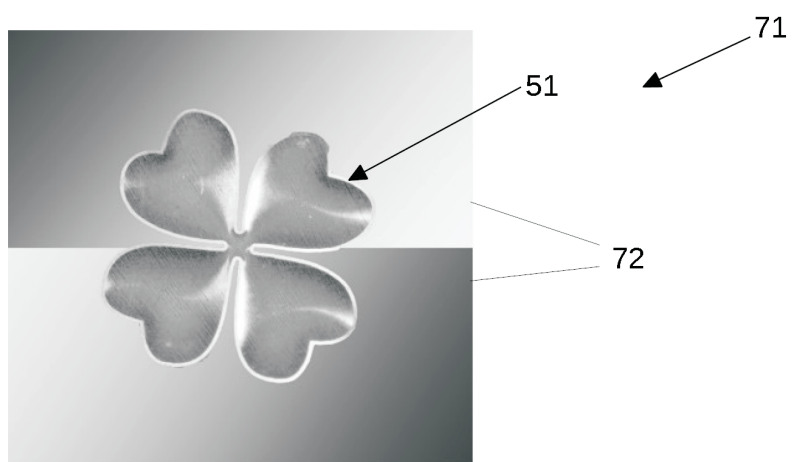


Fig. 13

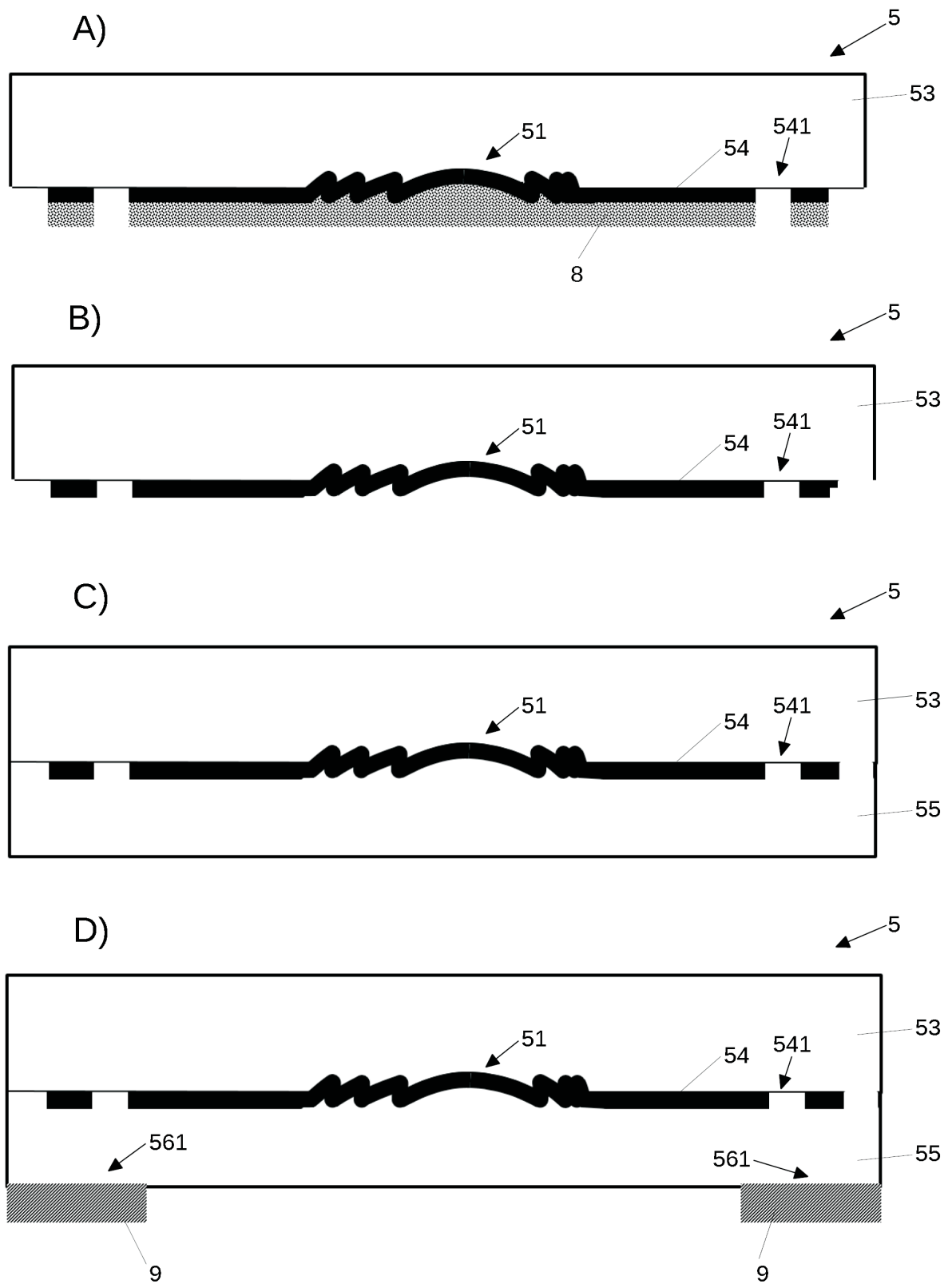


Fig. 14

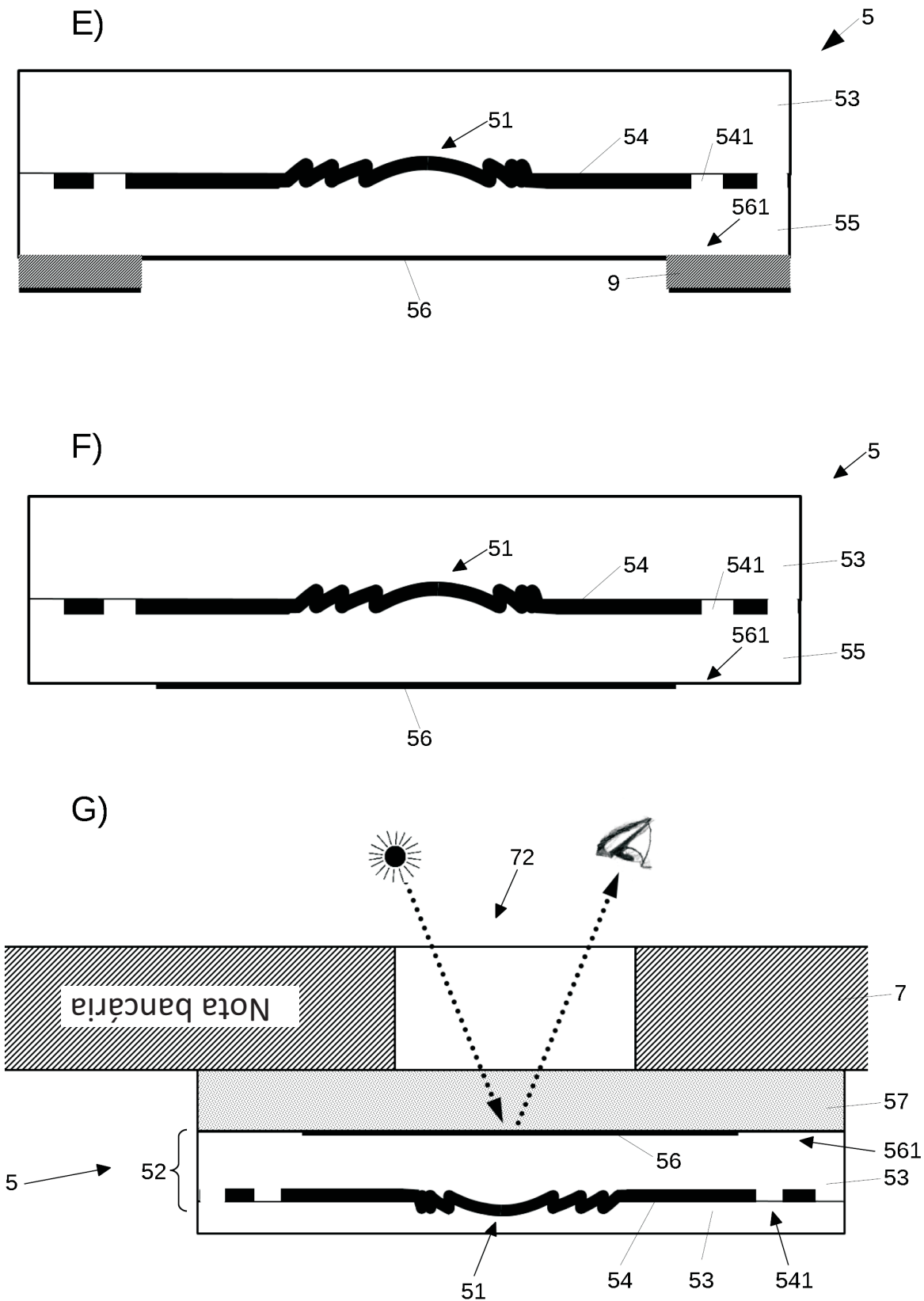


Fig. 14

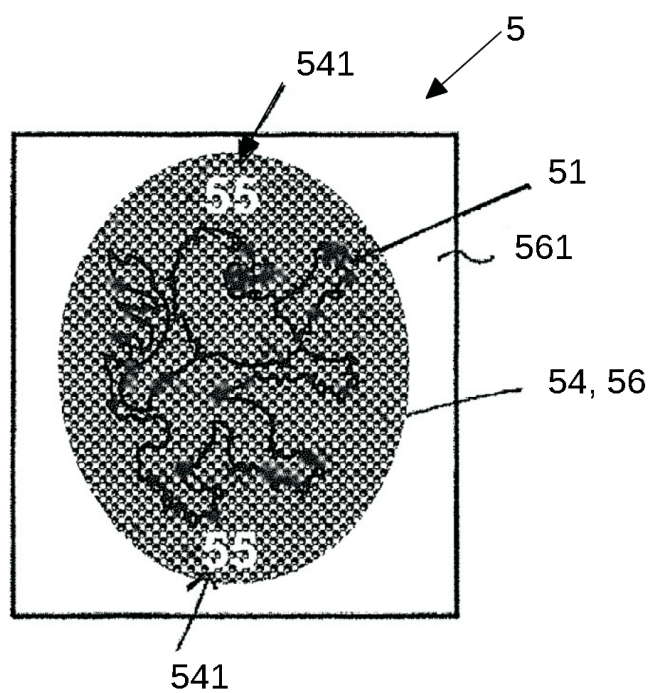


Fig. 15

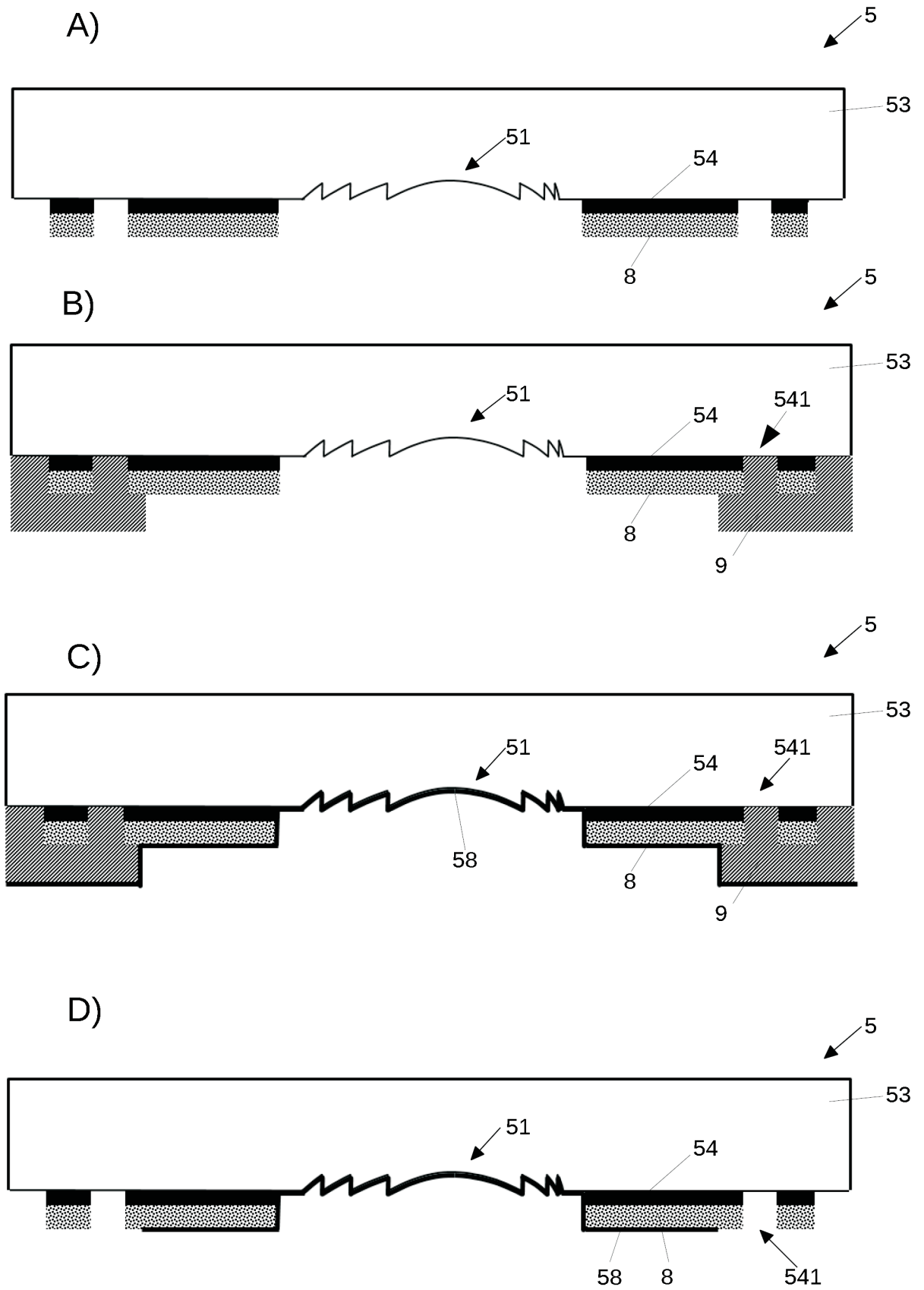


Fig. 16

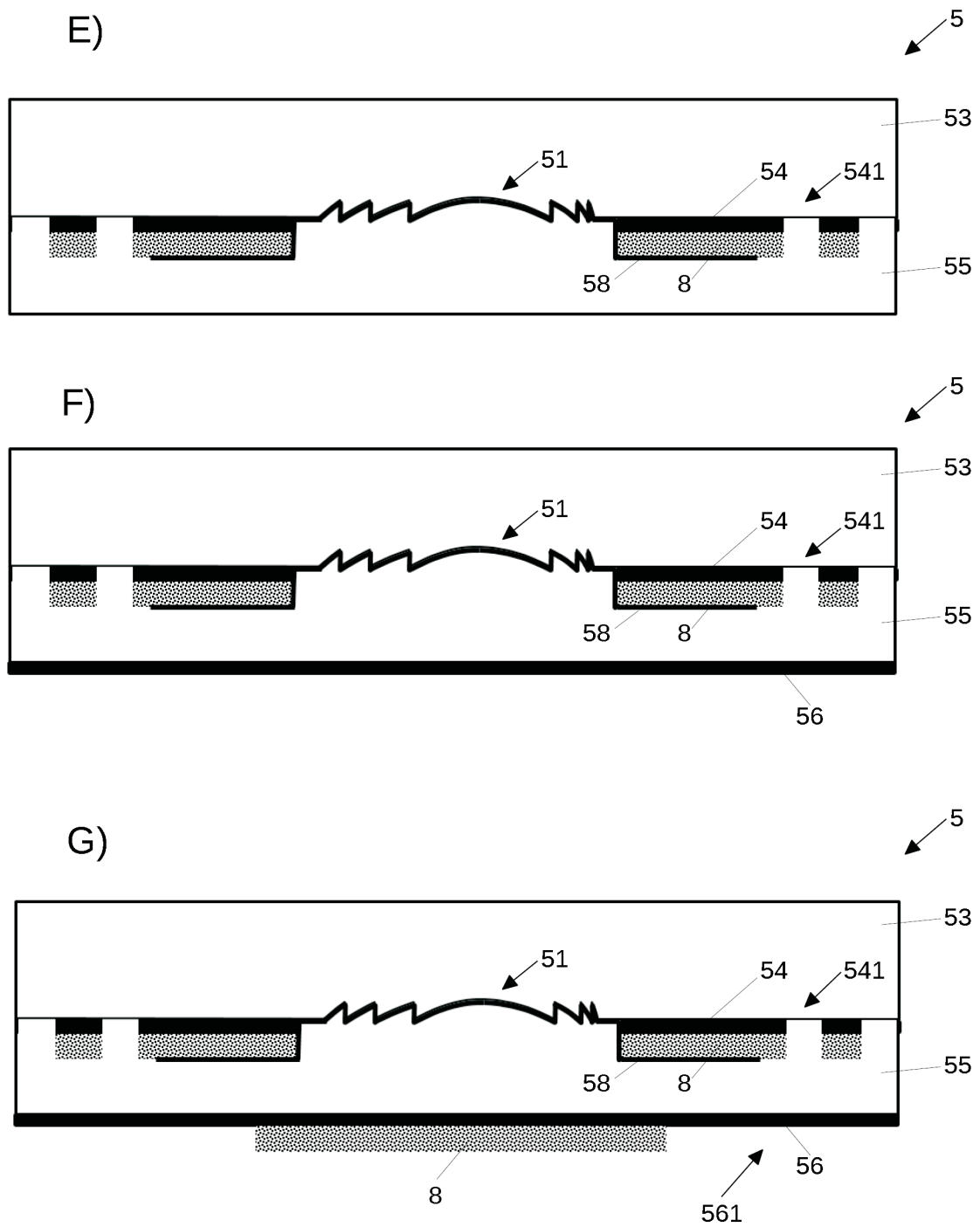
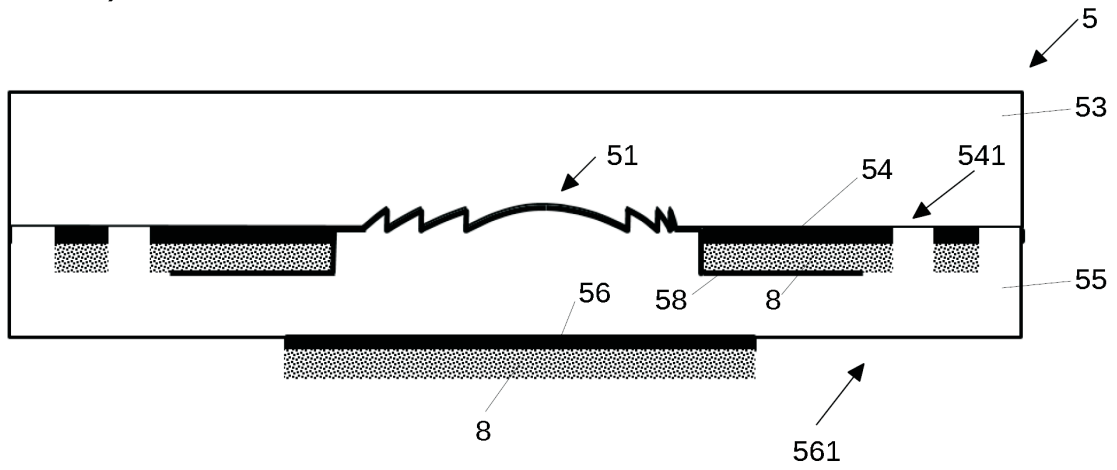


Fig. 16

H)



I)

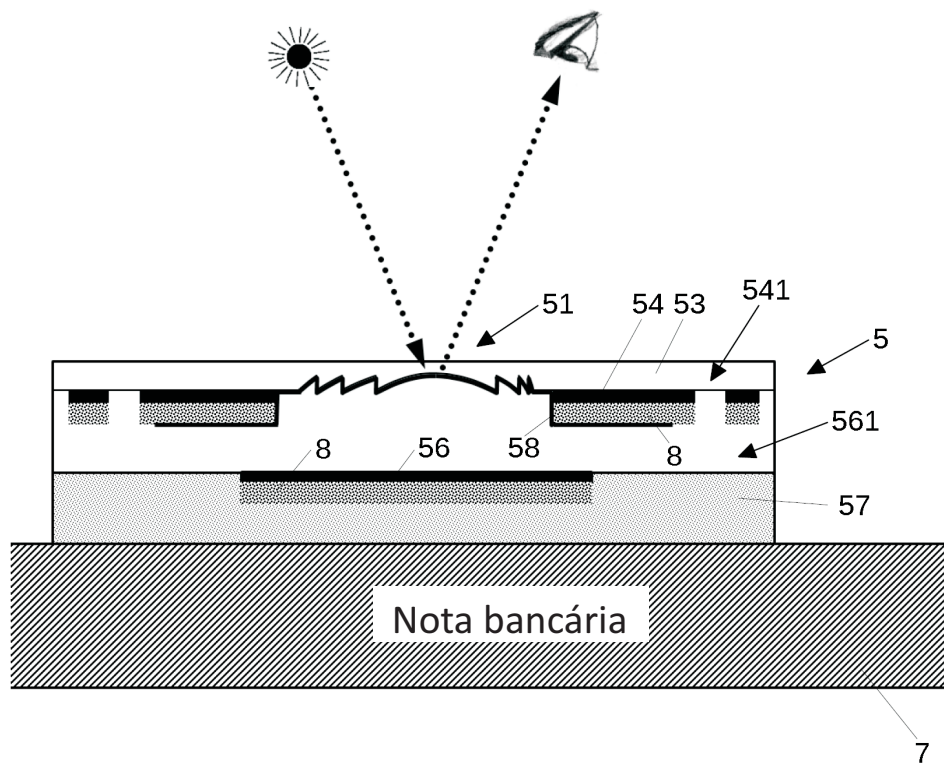


Fig. 16

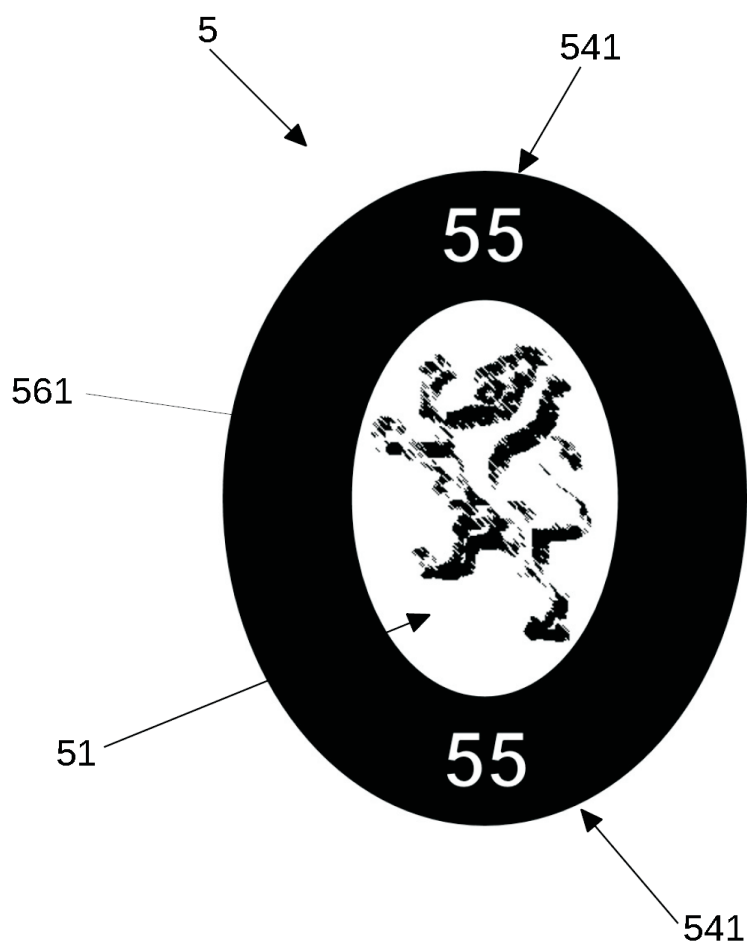


Fig. 17

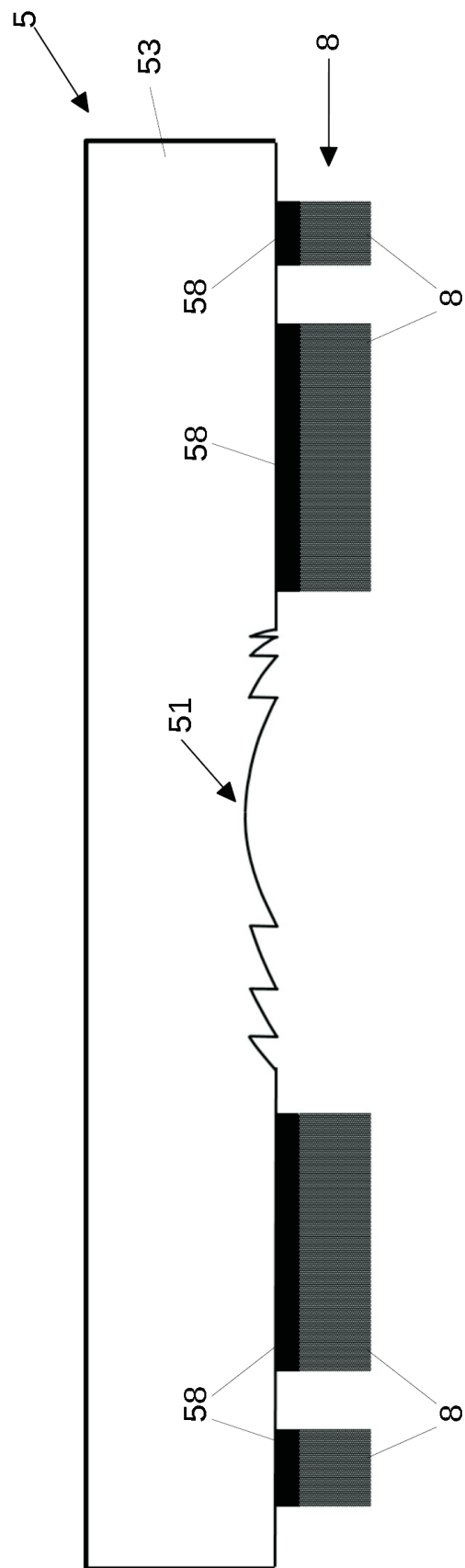


Fig. 18A

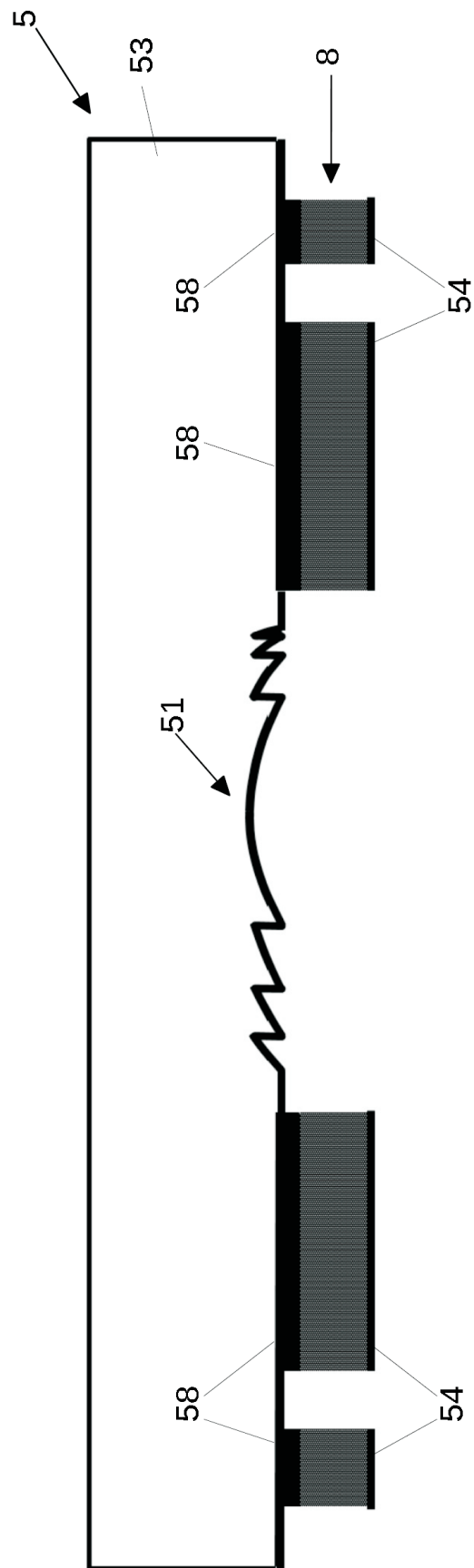


Fig. 18B

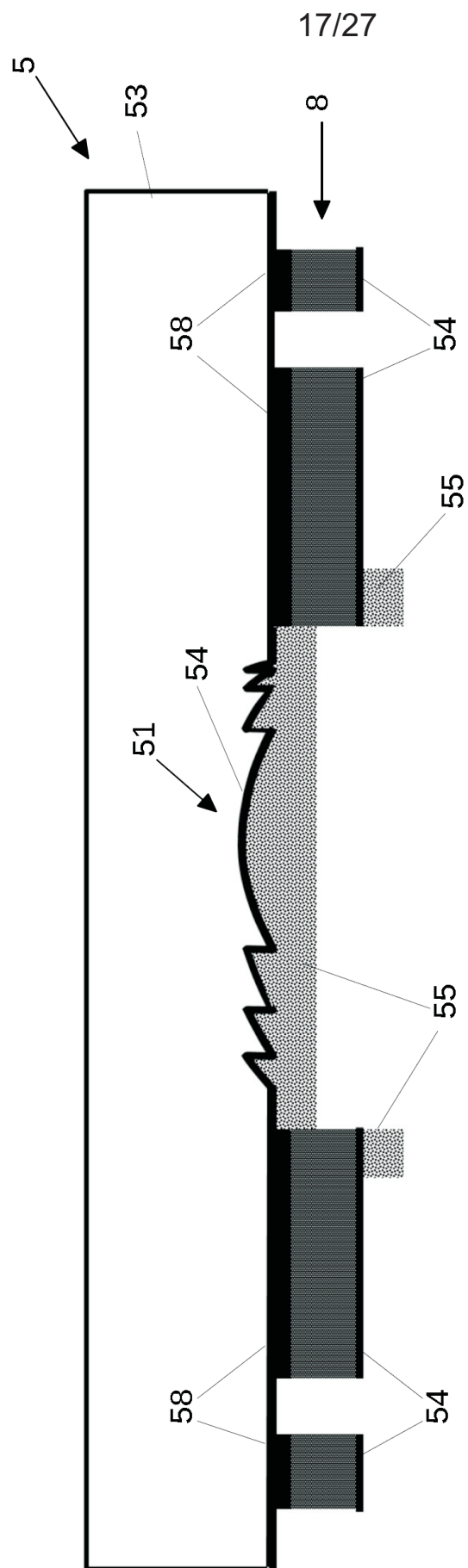


Fig. 18C

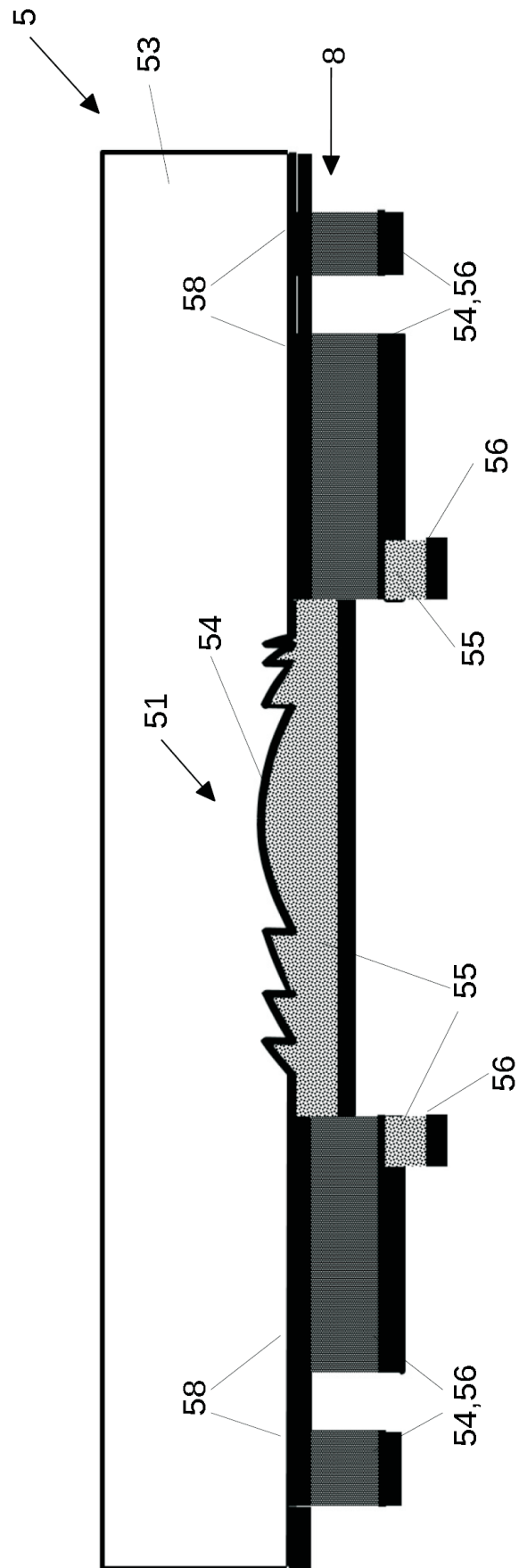


Fig. 18D

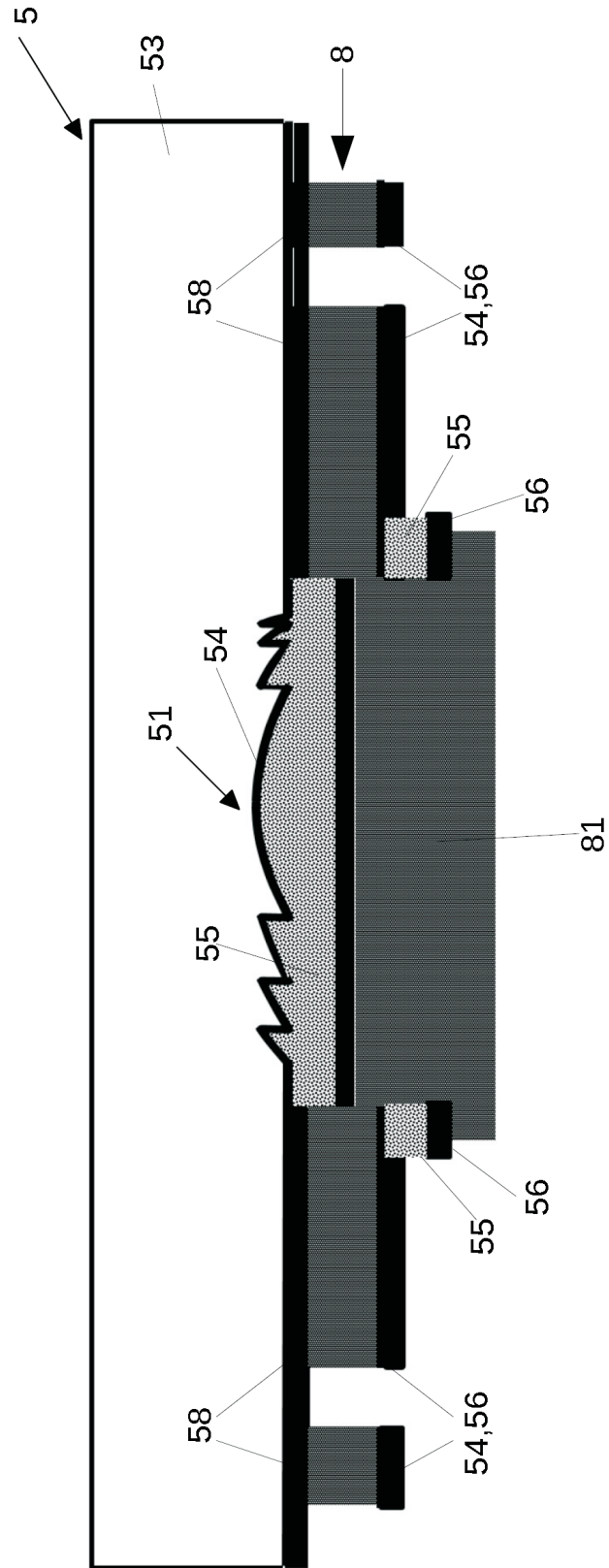


Fig. 18E

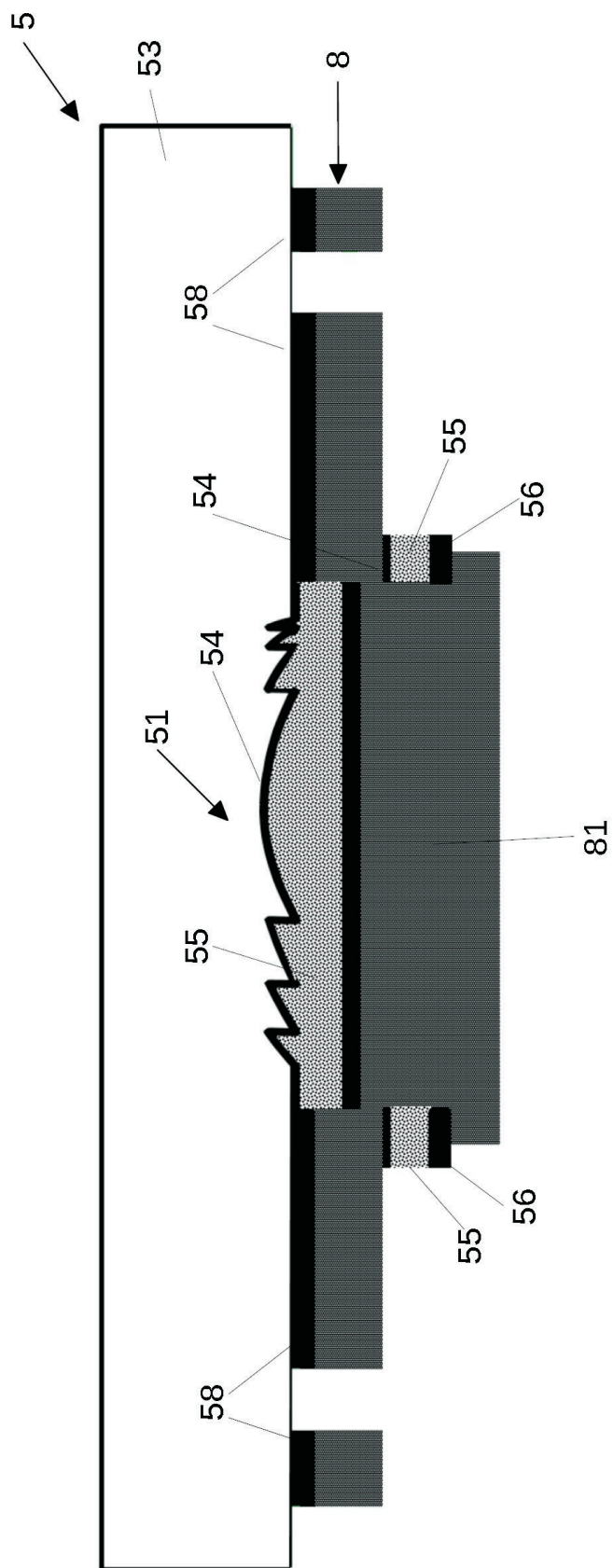


Fig. 18F

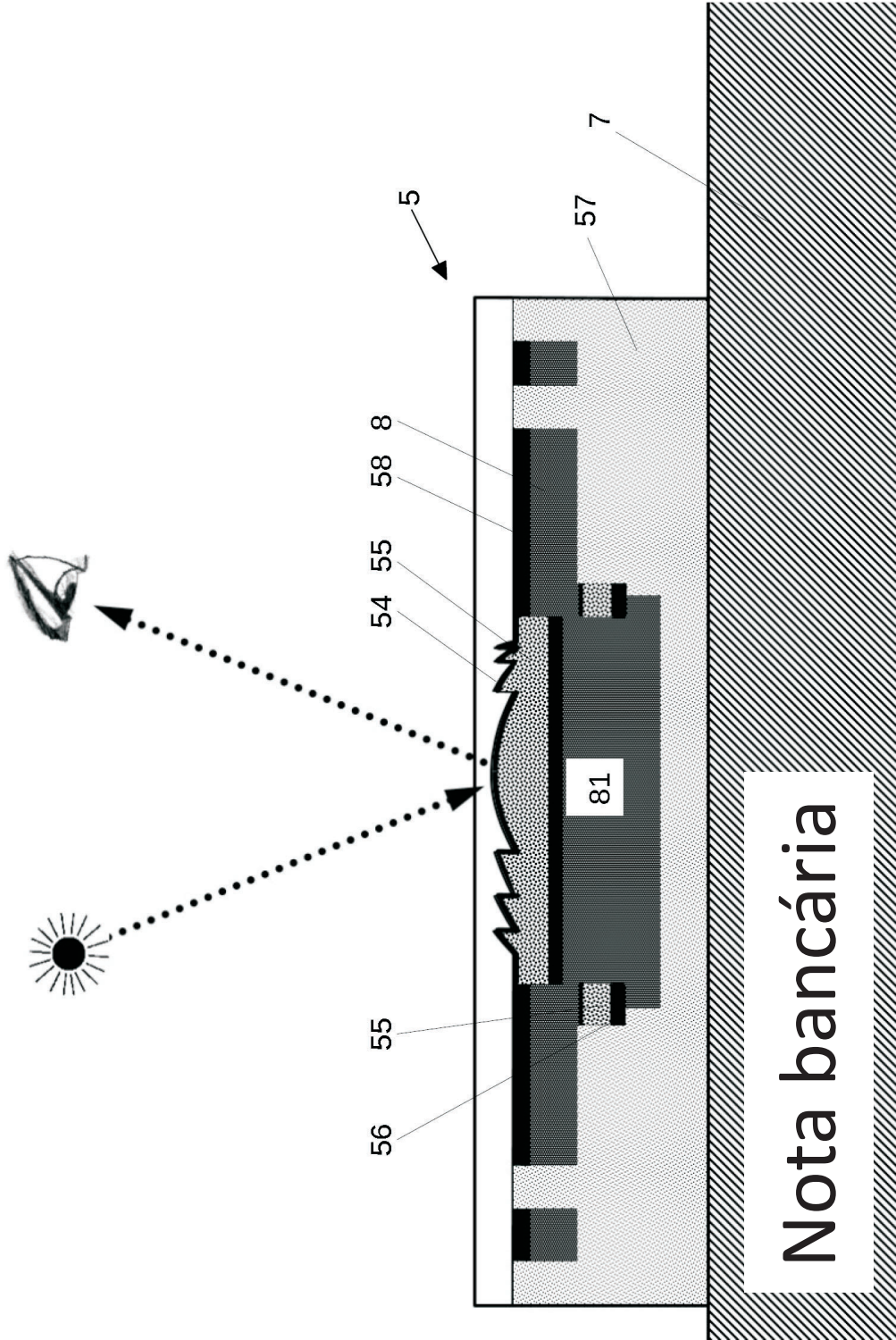


Fig. 18G

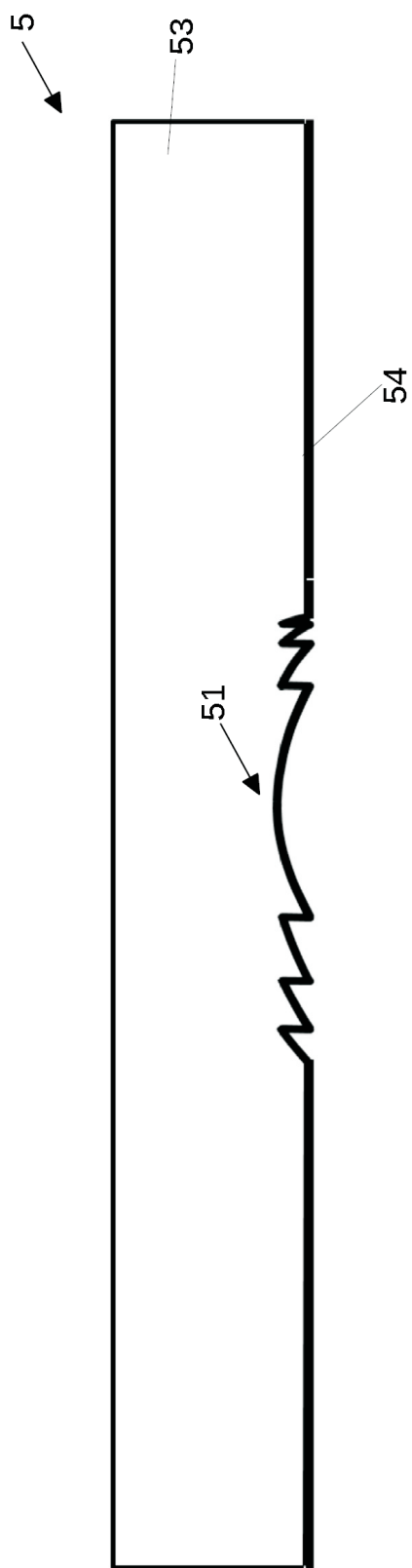


Fig. 19A

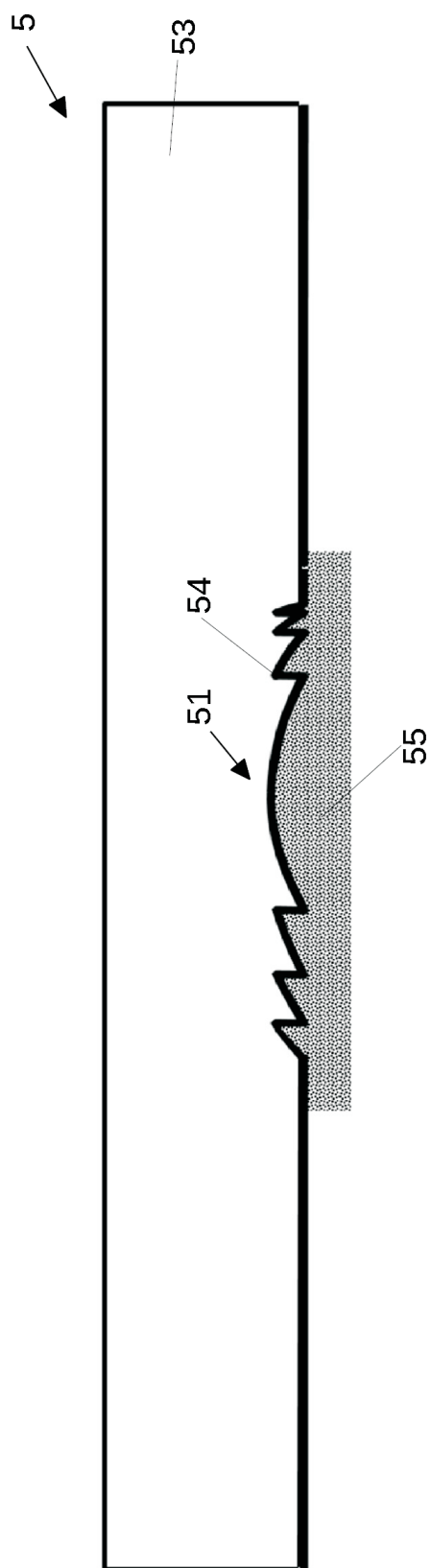


Fig. 19B

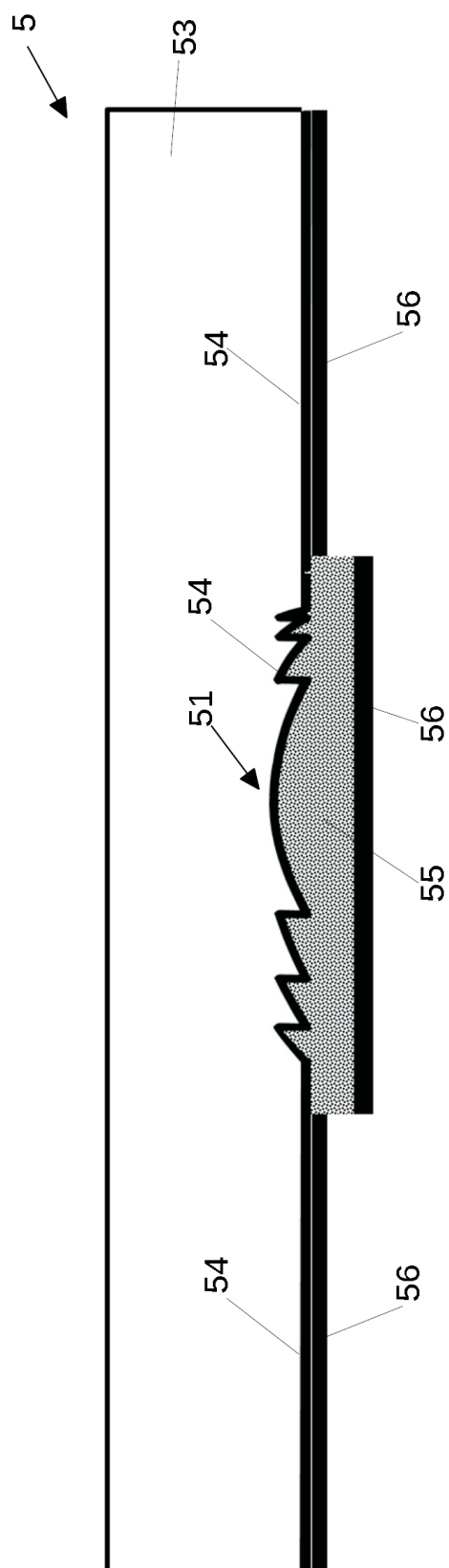


Fig. 19C

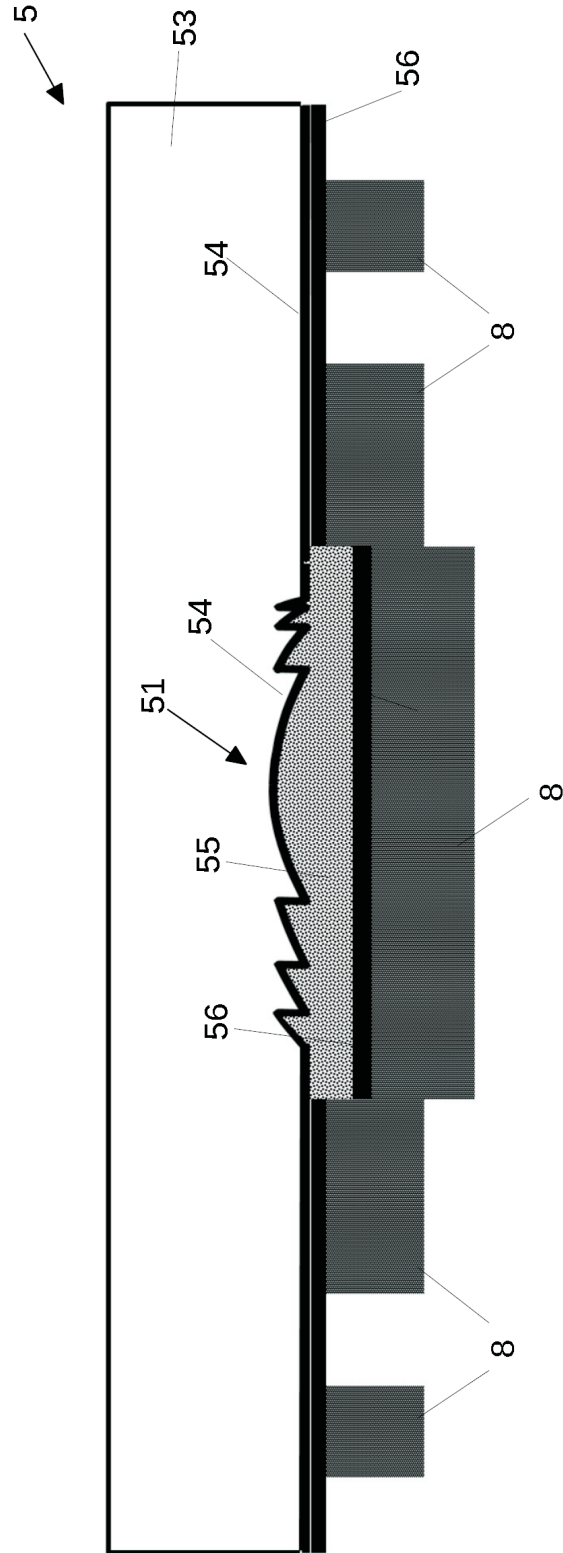


Fig. 19D

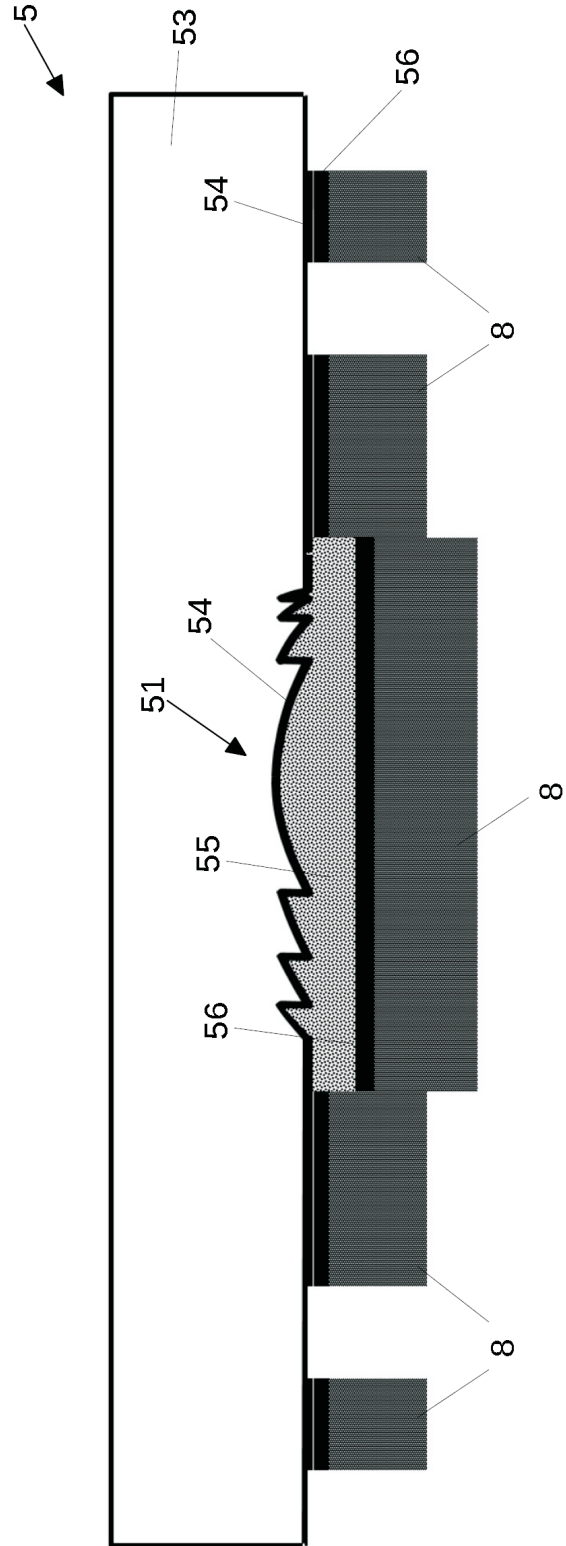


Fig. 19E

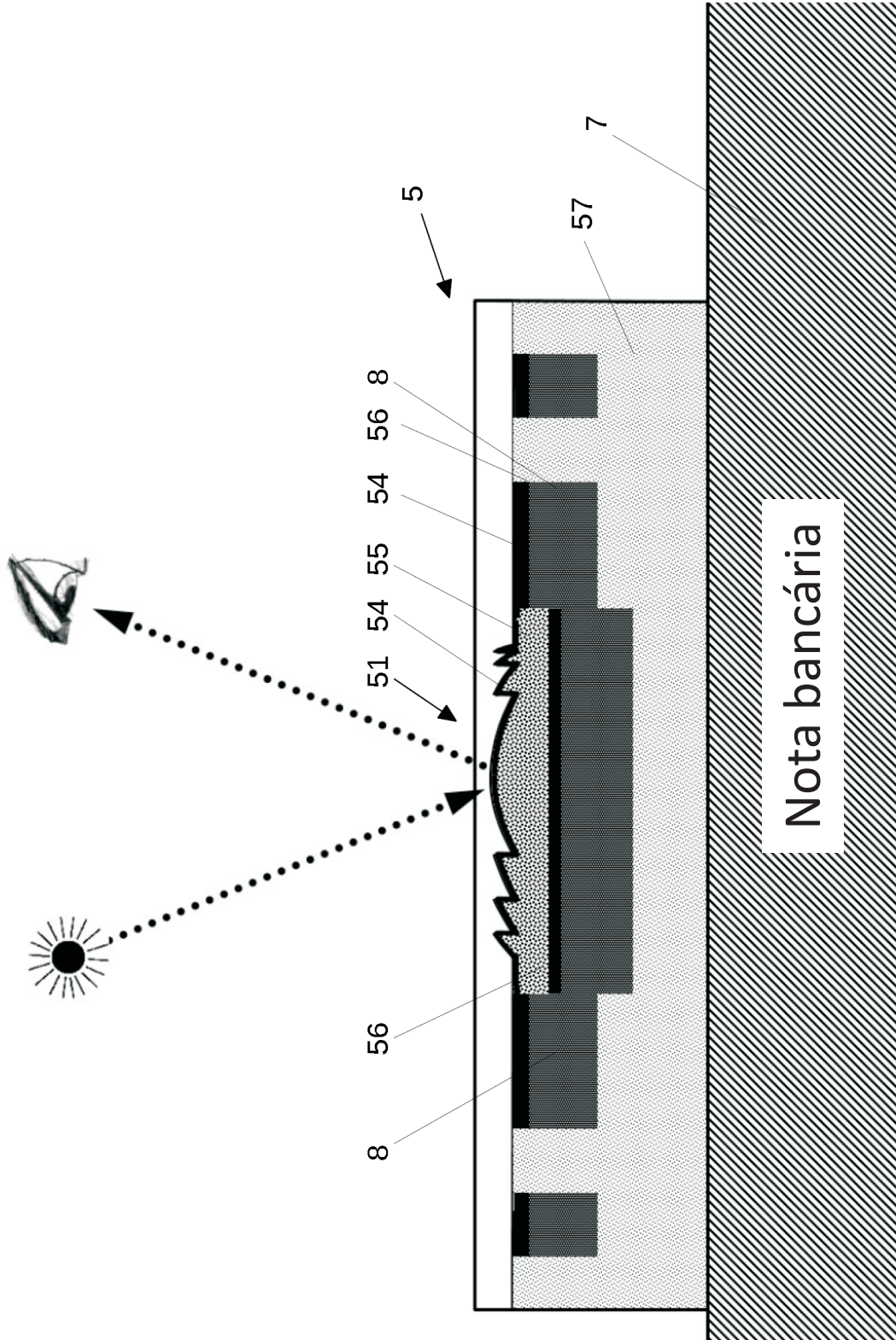


Fig. 19F