



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

(11) PI 0514730-1 B1



(22) Data do Depósito: 29/08/2005

(45) Data de Concessão: 25/06/2019

(54) Título: ELEMENTO DE SEGURANÇA METALIZADO

(51) Int.Cl.: B42D 25/373; B42D 25/00; B42D 25/324; G03H 1/00; G03H 1/02.

(52) CPC: B42D 25/373; B42D 25/00; B42D 25/324; G03H 1/0011; G03H 1/0244.

(30) Prioridade Unionista: 30/08/2004 DE 10 2004 042 136.6.

(73) Titular(es): OVD KINEGRAM AG.

(72) Inventor(es): WAYNE ROBERT TOMPKIN; ANDREAS SCHILLING.

(86) Pedido PCT: PCT EP2005009287 de 29/08/2005

(87) Publicação PCT: WO 2006/024478 de 09/03/2006

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/02/2007

(57) Resumo: ELEMENTO DE SEGURANÇA METALIZADO A presente invenção refere-se a um elemento de segurança (11) na forma de um corpo de filme de camada múltipla, um documento de segurança tendo um elemento de segurança e um processo para a produção de um elemento de segurança como esse. O corpo de filme em um filme podador (10) tem uma camada de liberação (20), uma camada de verniz de proteção (21) uma camada de verniz de replicação (22) com estruturas de relevo (25, 26), uma camada de metal (23) e uma camada de adesivo (24). Uma primeira estrutura de relevo (25) tem uma relação de profundidade para largura de mais de 0,5, segundo o que a camada de metal (23) é mais transparente na região da primeira estrutura de relevo (25). Uma segunda estrutura de relevo (26) tem uma relação de profundidade para largura, segundo o que a camada de metal (23) é menos transparente ou é opaca na região da segunda estrutura de relevo (26).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"ELEMENTO DE SEGURANÇA METALIZADO"**.

A presente invenção refere-se a um elemento de segurança na forma de um corpo de filme de camada múltipla o qual tem uma camada de verniz de replicação e uma camada de metal disposta nela, e no qual uma
5 estrutura de relevo é conformada na camada de verniz de replicação. A invenção ainda se refere a um documento de segurança com um elemento de segurança como esse e a um processo para a produção de um elemento de segurança como esse.

10 Os elementos de segurança óticos freqüentemente são usados para se tornarem difíceis a cópia e o mau uso de documentos ou produtos e, se possível, evitar tais cópia e mau uso. Assim, os elementos de segurança óticos freqüentemente são usados para a salvaguarda de documentos, notas bancárias, cartões de crédito, cartões de débito e similares. Nesse sentido, é
15 conhecido usar elementos óticamente variáveis, os quais não podem ser duplicados com processos de cópia convencionais. Também é conhecido que elementos de segurança sejam providos com uma camada de metal estruturada, a qual é na forma de um texto, um logotipo ou um outro padrão.

A produção de uma camada de metal estruturada a partir de
20 uma camada de metal a qual é aplicada sobre uma área superficial, por exemplo, por desintegração e deposição de catodo, requer um grande número de processos, em particular se estruturas finas forem para serem produzidas, as quais asseguram um alto nível de salvaguarda contra falsificação. Assim, é conhecido, por exemplo, que uma camada de metal, a qual foi aplicada sobre a área superficial plena, seja parcialmente desmetalizada por um
25 ataque químico positivo negativo ou por uma ablação com laser e, assim, estruturada. Como uma alternativa a isso, é possível que as camadas de metal já estejam aplicadas em forma estruturada a um portador por meio do uso de máscaras de deposição com vapor.

30 Quanto maior o número de etapas de produção para a produção do elemento de segurança, maior a significância envolvida na acurácia de alinhamento com respeito às etapas individuais de processo.

Assim, por exemplo, a GB 2 136 352 A descreve um processo de produção para a produção de um filme de selagem provido com um holograma como um recurso de segurança. Nesse caso, um filme plástico é metalizado sobre sua área superficial plena após a gravação de uma estrutura em relevo de difração ali e, então, é desmetalizado de forma regional em relação de alinhamento preciso com a estrutura de relevo de difração gravada.

10 Agora, o objetivo da invenção é melhorar a produção de um elemento de segurança ótico o qual tem uma camada de superfície metálica estruturada e prover um elemento de segurança ótico melhorado que tem uma camada de superfície metálica como essa.

O objetivo da invenção é obtido por um elemento de segurança na forma de um corpo de filme de camada de metal o qual tem uma camada de verniz de replicação, onde em um plano definido por pelos eixos de coordenadas x e y uma primeira estrutura de relevo é conformada à camada de verniz de replicação em uma primeira região do elemento de segurança e uma camada de metal de densidade de superfície constante com respeito ao plano definido pelos eixos de coordenadas x e y é aplicada à camada de verniz de replicação na primeira região do elemento de segurança e em uma segunda região adjacente do elemento de segurança, onde a primeira estrutura de relevo é uma estrutura de difração com uma relação de profundidade para largura dos elementos de estrutura individuais de mais de 0,5 e a camada de metal é de uma espessura de camada nominal t_0 com a qual a transparência da camada de metal é aumentada pela primeira estrutura de relevo na primeira região com respeito à transparência da camada de metal na segunda região.

A invenção é adicionalmente obtida por um processo para a produção de um elemento de segurança na forma de um corpo de filme de camada de metal, onde uma primeira estrutura de relevo é conformada em uma camada de verniz de replicação do corpo de filme de camada múltipla em uma primeira região do elemento de segurança e uma camada de metal de densidade de superfície constante com respeito ao plano definido pela camada de verniz de replicação é aplicada à camada de verniz de replicação

na primeira região do elemento de segurança e em uma segunda região adjacente do elemento de segurança, de modo que a primeira estrutura de relevo seja conformada na forma de uma estrutura de difração com uma relação de profundidade para largura dos elementos de estrutura individuais de mais de 0,5, e a camada de metal seja aplicada com uma densidade de superfície com respeito ao plano definido pela camada de verniz de replicação e seja produzida em uma espessura de camada nominal t_0 de forma tal que a transparência da camada de metal seja aumentada pela primeira estrutura de relevo na primeira região com respeito à transparência da camada de metal na segunda região.

Nesse sentido, a transparência na primeira região é melhorada visivelmente, em particular para o olho humano, mas também pode ser uma transparência melhorada a qual pode ser detectada apenas por meio de sistemas de medição ótica em máquina.

A invenção reduz o custo de produção de elementos de segurança nos quais a camada de metal é para ser provida não sobre a área superficial inteira, mas apenas em uma região de padrão. Mais especificamente, a invenção provê uma deposição uniforme de metal sobre a área superficial plena envolvida para formar a camada de metal sobre a camada de verniz de replicação, onde, em virtude de a primeira estrutura de relevo na primeira região, a camada de metal é tão fina que é transparente ali ou parece estar ausente. Os procedimentos os quais eram necessários até agora para a estruturação de uma camada de metal aplicada à estrutura de relevo são eliminados com o processo de acordo com a invenção. A invenção provê que etapas de processo de custo intensivo e ambientalmente danosas, por exemplo, processos de impressão, ataque químico e remoção de cobertura, sejam poupados na produção desses elementos de segurança, e o nível de acurácia de alinhamento é significativamente aumentado.

Níveis de resolução muito altos são possíveis por meio do processo de acordo com a invenção. A resolução a qual pode ser obtida é melhor por um fator de 1000 em relação às resoluções que podem ser obtidas por outros processos. Devido ao fato de a largura dos elementos de estrutu-

ra da primeira estrutura de relevo poder estar na região do comprimento de onda de luz visível, mas também abaixo disso, é possível produzir regiões de padrão metalizadas tendo contornos muito finos. Assim sendo, as vantagens principais em relação aos processos usados até agora são obtidas nesse sentido e é possível com a invenção produzir elementos de segurança com um grau mais alto de salvaguarda contra cópia e falsificação do que até agora.

A invenção adota uma abordagem heurística ao aumentar notadamente a área superficial de uma estrutura pela resolução dela em elementos de estrutura muito fina e naquela região tornando uma camada de metal a qual é aplicada sobre a superfície tão fina que ela parece transparente ou mais transparente. Nesse caso, a superfície é formada por um grande número de elementos de estrutura com uma alta relação de profundidade para largura. O termo relação de profundidade para largura nesse sentido é usado para denotar a relação entre uma altura média h de dois elementos de estrutura adjacentes ou uma profundidade de perfil média e um espaçamento d de dois elementos de estrutura adjacentes ou um espaçamento de período. Nesse caso, a camada de metal é depositada perpendicularmente ao plano definido pela camada de verniz de replicação em uma espessura t , onde quanto mais a espessura efetiva da camada de metal na superfície da camada de verniz de replicação for reduzida, maior a área superficial efetiva da região, quer dizer, maior a relação de profundidade para largura da estrutura de relevo da região na qual o metal é depositado. Uma camada de metal fina daquele tipo pode parecer transparente ou semitransparente, em cujo sentido aquele efeito pode ser explicado de forma heurística.

A área superficial efetiva em uma região R cuja profundidade de estrutura é determinada pela função $z = f(x, y)$ pode ser descrita pela equação a seguir:

$$S = \iint_R \sqrt{1 + f_x^2 + f_y^2} dA$$

Uma rede cruzada com períodos d_x na direção x e d_y na direção y , onde x e y são eixos ortogonais, e uma profundidade de perfil h , pode ser descrita, por exemplo, pela função a seguir:

$$f(x, y) = h \sin^2\left(\frac{\pi x}{d_x}\right) \sin^2\left(\frac{\pi y}{d_y}\right)$$

Se os períodos x e y forem idênticos, quer dizer, $d_x = d_y = d$, isso assegura os quocientes diferenciais parciais a seguir:

$$f_x = \frac{\partial}{\partial x} h \sin^2\left(\frac{\pi x}{d}\right) \sin^2\left(\frac{\pi y}{d}\right) = \frac{h\pi}{d} \sin\left(\frac{2\pi x}{d}\right) \sin^2\left(\frac{\pi y}{d}\right)$$

$$f_y = \frac{\partial}{\partial y} h \sin^2\left(\frac{\pi x}{d}\right) \sin^2\left(\frac{\pi y}{d}\right) = \frac{h\pi}{d} \sin^2\left(\frac{\pi x}{d}\right) \sin\left(\frac{2\pi y}{d}\right)$$

A área superficial efetiva é definida, assim, pela equação a se-

5 guir:

$$S = \iint_R \sqrt{1 + f_x^2 + f_y^2} dA$$

$$= \int_0^d \int_0^d \sqrt{1 + \left(\frac{h\pi}{d}\right)^2 \left[\left(\sin\left(\frac{2\pi x}{d}\right) \sin^2\left(\frac{\pi y}{d}\right) \right)^2 + \left(\sin^2\left(\frac{\pi x}{d}\right) \sin\left(\frac{2\pi y}{d}\right) \right)^2 \right]} dx dy$$

Essa equação não pode ser analiticamente resolvida de uma forma simples. Pela resolução numérica daquela equação, contudo, surpreendentemente foi estabelecido que, no caso de uma camada de metal a qual é aplicada à rede cruzada em uma realização nominal t_0 e a qual é formada localmente com a temperatura t , a relação de espessura $\varepsilon = t_0/t$ aumenta significativamente, se a relação de profundidade para largura h/d da estrutura de relevo da rede cruzada for maior do que 1. Mais especificamente, a estrutura de relevo provê que a espessura t da camada de metal seja notadamente reduzida em relação à espessura nominal t_0 (espessura em regiões "planas"). Por exemplo, com $h = 2d$, quer dizer, se a profundidade de perfil h for dobrada no período de rede d , a reação de espessura $\varepsilon = 3,5$. Com uma estrutura de relevo com uma relação de profundidade para largura $h/d = 2$, a espessura t da camada de metal será, portanto, apenas de ainda $0,3 t_0$, quer dizer, naquela região a camada de metal é apenas um terço tão espessa quanto em uma região plana.

Uma rede de linha de um período d e de uma profundidade de perfil h pode ser descrita pela equação a seguir:

$$f(x, y) = h \sin^2\left(\frac{\pi x}{d}\right)$$

Isso assegura os quocientes diferenciais parciais a seguir:

$$f_x = \frac{\partial}{\partial x} h \sin^2 \left(\frac{\pi x}{d} \right) = \frac{h\pi}{d} \sin \left(\frac{2\pi x}{d} \right)$$

$$f_y = \frac{\partial}{\partial y} h \sin^2 \left(\frac{\pi x}{d} \right) =$$

A área superficial efetiva pode ser descrita, assim, pela equação a seguir:

$$S = \iint_R \sqrt{1 + f_x^2 + f_y^2} dA$$

$$= \int_0^d \int_0^d \sqrt{1 + \left(\frac{h\pi}{d} \right)^2 \left[\left(\sin \left(\frac{2\pi x}{d} \right) \right)^2 \right]} dx dy$$

$$= \frac{2d^2}{\pi} \left(\frac{-h^2 \pi^2}{d^2} \right)$$

Nesse caso, $E(\alpha)$ representa a integral de segunda ordem elíptica inteira.

- 5 Neste caso, também, resoluções numéricas daquela equação surpreendentemente revelaram que a relação de espessura ε é significativamente aumentada, se a relação de profundidade para largura h/d for maior do que 1.

10 Surpreendentemente, foi descoberto que, com a mesma relação de profundidade para largura, o aumento na relação de espessura ε com a rede linear é maior do que com a rede cruzada considerada acima.

Portanto, pode ser provido que a estrutura de relevo seja na forma de uma rede cruzada ou de uma rede linear, quer dizer, a estrutura de relevo envolve uma função matemática com uma configuração de período, por exemplo, com uma configuração seno-quadrática.

Também pode ser provido, contudo, que a estrutura de relevo seja produzida com uma configuração periódica estocástica, onde uma configuração como essa pode ser produzida na direção x ou na direção y ou na direção x e na direção y .

20 Também é possível que a transparência da camada de metal seja obtida por meio de estruturas de relevo as quais têm um perfil de superfície complexo com porções elevadas ou depressões de alturas diferentes. Nesse sentido, tais perfis de superfície também podem envolver perfis de

superfície estocásticos. Nesse caso, a transparência geralmente é obtida se o espaçamento médio de elementos de estrutura adjacentes for menor do que a profundidade de perfil média da estrutura de relevo e os elementos de estrutura adjacentes forem espaçados menos de 200 μm uns dos outros.

- 5 Preferencialmente, nesse sentido, o espaçamento médio de porções elevadas adjacentes é selecionado para ser menor do que 30 μm , de modo que a estrutura de relevo seja uma estrutura de relevo de difração especial.

As configurações vantajosas da invenção são recitadas nas reivindicações em apenso.

- 10 Vantajosamente, a espessura nominal t_0 da camada de metal é tal que, por um lado, uma transparência suficiente da camada de metal seja certa de ocorrer nas regiões com uma relação de profundidade para largura alta e, por outro lado, a camada de metal caracterizada por sua espessura nominal t_0 pareça opaca ou predominantemente opaca. Um observador tipicamente já percebe uma região como sendo opaca ou como sendo plenamente refletiva se 85% da luz incidente forem refletidos, e um observador já
- 15 percebe uma região como sendo transparente se menos de 20% da luz incidente forem refletidos e mais de 60% forem transmitidos. Aqueles valores podem variar dependendo do substrato, da iluminação e assim por diante.
- 20 Nesse sentido, um papel importante é tido pela absorção da luz na camada de metal. Por exemplo, sob certas circunstâncias, o cromo reflete muito menos.

- Nesse sentido, a espessura t a qual é produzida em um elemento de estrutura é para ser interpretada como um valor médio para que a
- 25 espessura t seja formada dependendo do ângulo de inclinação da superfície da estrutura de relevo com respeito à horizontal. Esse ângulo de inclinação pode ser matematicamente descrito pela primeira derivada da função da estrutura de relevo.

- Se o ângulo de inclinação local da estrutura de relevo for igual a
- 30 zero, quer dizer, se a estrutura de relevo for na forma de uma região plana, a direção na qual ela se estende sendo perpendicular à direção de aplicação da camada de metal, a camada de metal é depositada com a espessura no-

minal t_0 . Se a magnitude do ângulo de inclinação local da estrutura de relevo for maior do que zero, a camada de metal será depositada com a espessura t , a qual é menor do que a espessura nominal t_0 .

Na produção de regiões transparentes, é importante conhecer os parâmetros individuais com respeito a suas dependências e apropriadamente selecioná-los. Em particular, cálculos precisos do comportamento de difração das estruturas, as quais devem incluir dispersão, servem para essa finalidade.

Preferencialmente, pode ser provido que a camada de metal seja aplicada à camada de verniz de replicação com uma densidade superficial tal que corresponde a uma aplicação da camada de metal a uma superfície plana com uma relação de profundidade para largura igual a zero com um grau de reflexão da camada de metal de 85% a 95% do grau máximo obtível de reflexão. Nesse sentido, o grau máximo obtível de reflexão é dependente da natureza do metal. As camadas de metal de prata e ouro têm um grau máximo de reflexão muito alto, mas o cobre também é altamente adequado.

Conforme foi descoberto, em particular o grau de transparência da camada de metal, à parte da relação de profundidade para largura da estrutura de relevo, é dependente da polarização da luz incidente. Pode ser provido que esse efeito seja usado para recursos de segurança secundários.

Foi descoberto, adicionalmente, que o grau de transparência e/ou o grau de reflexão da camada de metal é dependente do comprimento de onda. Assim, efeitos de cor podem ser observados mediante uma irradiação com luz policromática, por exemplo, com a luz do dia. Pode ser provido que esses efeitos de cor sejam usados como um segundo recurso de segurança adicional.

Pode ser provido que uma segunda estrutura de relevo de difração seja conformada na segunda região da camada de verniz de replicação, a segunda estrutura de relevo sendo formada com uma relação de profundidade para largura menor do que 0,2 e dessa forma sendo substancialmente não transparente.

Também pode ser provido que a segunda estrutura de relevo tenha uma relação de profundidade para largura de menos de 1. Dessa forma, pode ser provido que as primeira e segunda estruturas de relevo formem uma região óticamente coesiva na qual um grau de transparência entre 0 e 100% pode ser produzido. Uma região como essa pode ser provida, por exemplo, de modo a se produzir um assim denominado efeito de desvanecimento para as estruturas dispostas naquela região. Dessa forma, por exemplo, uma fotografia de passaporte de um documento de segurança pode ser produzida com uma borda sem contorno. Um efeito como esse pode ser um recurso de segurança adicional.

Pode ser provido que a primeira região forme uma região de padrão transparente, a qual é na forma de um logotipo ou de um texto e com uma relação de profundidade para largura alta, na qual uma região de fundo disposta sob aquela região é visível. Contudo, também pode ser provido que a segunda região forme uma região de padrão a qual é na forma de um logotipo ou de um texto, com uma relação de profundidade para largura baixa, de modo que a região seja não transparente ou metalicamente brilhante contra a região de fundo.

É possível, ainda, que a segunda região se estenda na forma de um padrão de linha fina, por exemplo, um padrão de guilhochê. A vantagem em particular do uso da presente invenção nesse sentido é que este padrão de linha fina pode ser particularmente de filigrana, e pode ser disposto em uma relação de alinhamento com todos os recursos de segurança de difração. Por exemplo, uma estrutura de relevo com uma relação de profundidade para largura alta é provida na primeira região e uma estrutura de relevo com uma relação de profundidade para largura baixa é provida na segunda região, formando linhas de filigrana do padrão de guilhochê.

O uso da invenção torna possível que a relação de profundidade para largura da primeira estrutura de relevo e/ou da segunda estrutura de relevo seja(m) variada(s) de forma discreta ou contínua na direção x e/ou na direção y.

Pode ser provido vantajosamente que elementos de rastreo en-

volvendo transparência diferente ou opacidade diferente possam ser produzidos dessa forma. Quaisquer representações de imagem podem ser produzidas por meio desses elementos de rastreio, cujas dimensões são vantajosamente menores do que pode ser resolvido pelo olho humano.

5 Pode ser provido que apenas dois tipos de elementos de rastreio sejam produzidos, especificamente, elementos de rastreio transparentes e elementos de rastreio opacos. As imagens de natureza monocromática de uma linha podem ser produzidas dessa forma.

10 Também pode ser provido, contudo, que pixels possam ser produzidos com elementos de rastreio, cujo valor de cinza é determinado pela relação de área superficial entre os elementos de rastreio transparentes e opacos. Imagens em preto e branco podem ser produzidas a partir dos pixels dessa forma.

15 Também pode ser provido que elementos de rastreio os quais são escalonados em escala de cinza sejam produzidos pela relação de profundidade para largura da estrutura de relevo determinando o valor de cinza do elemento de rastreio. Dessa forma, é possível produzir, por exemplo, imagens em escala de cinza em computador monocromáticas com uma resolução de 8 bits.

20 As vantagens particulares da produção dessas imagens de acordo com o processo da invenção são que é possível produzir uma reticulação particularmente fina, a qual satisfaz às altas demandas e que a imagem pode estar em relação de alinhamento com todos os recursos de segurança de difração. Nesse sentido, o espaçamento de rastreio pode estar abaixo do
25 nível de resolução do olho humano. Neste caso, a dimensão das regiões de rastreio individuais preferencialmente é menor do que 300 μm , preferencialmente de em torno de 50 μm .

30 Também pode ser provido que a primeira e/ou a segunda estrutura de relevo seja formada a partir de uma superposição de uma estrutura de envelope e de uma estrutura de difração com uma relação de profundidade para largura alta. Pode ser provido, nesse sentido, que a estrutura de envelope seja uma estrutura a qual tenha um efeito de difração ótica, em parti-

cular uma estrutura de relevo gerando um holograma. Também pode ser provido, contudo, que a estrutura de envelope seja uma macroestrutura ou uma estrutura de esteira. Um alto nível de acurácia de alinhamento é obtido pelo fato de, sem envolver uma complicação tecnológica e o gasto adicionais, as regiões cobertas pelas primeira e/ou segunda estruturas de relevo serem formadas por uma estrutura de relevo comum resultante. Os procedimentos os quais eram necessários até agora para a estruturação de uma camada de metal aplicada à estrutura de relevo são eliminados com o processo de acordo com a invenção.

10 Vantajosamente, o corpo de filme de camada múltipla do elemento de segurança de acordo com a invenção pode ser na forma de um filme de transferência, em particular, um filme de estampagem a quente. Dessa forma, um documento de segurança, em particular uma nota bancária ou um passaporte, pode ser provido com o elemento de segurança de acordo com a invenção de uma maneira conhecida, quer dizer, com as máquinas e os aparelhos existentes.

15 Vantajosamente é provido que a camada de metal seja aplicada por desintegração e deposição de catodo à camada de verniz de replicação do elemento de segurança de acordo com a invenção. Dessa forma, é possível usar um processo tentado e testado para a produção da camada de metal. Preferencialmente é provido que um metal para a formação da camada de metal seja depositado no plano definido pela camada de verniz de replicação em uma densidade de superfície tal a qual corresponde a uma aplicação da camada de metal sobre uma superfície plana disposta perpendicularmente à direção de deposição, com uma relação de profundidade para largura igual a zero e com um grau de reflexão da camada de metal de 85% a 95% do grau de reflexão máximo de uma camada de metal óticamente não transparente do metal. Nesse sentido, pode ser provido que a camada de metal seja formada apenas a partir de um metal único ou, contudo, a partir de uma liga de metal.

20 25 30 Vantajosamente pode ser provido que as estruturas de relevo sejam formadas na camada de verniz de replicação por uma replicação de

UV. As estruturas de relevo com uma relação de profundidade para largura alta podem ser produzidas de forma particularmente fácil e barata dessa maneira.

Um recurso de segurança provido com o processo de acordo com a invenção pode ser imitado apenas com uma dificuldade muito grande com processos convencionais, em uma camada de replicação provida com uma estrutura de difração, já que a aplicação de uma camada de metal em uma relação de alinhamento acurada ou a remoção da mesma faz demandas tecnológicas muito altas.

Estas variantes ou uma combinação destas variantes tornam possível implementar elementos de segurança complexos e óticamente atraentes, com base na idéia fundamental da invenção.

A invenção é descrita a título de exemplo a partir deste ponto, por meio de várias modalidades com referência aos desenhos associados, nos quais:

a Figura 1 mostra uma vista diagramática de um elemento de segurança de acordo com a invenção,

a Figura 2 mostra uma vista em perspectiva diagramática de uma estrutura de relevo de uma rede cruzada,

a Figura 3 mostra uma vista em perspectiva diagramática de uma estrutura de relevo de uma rede linear,

a Figura 4 mostra uma representação gráfica da relação entre a relação de profundidade para largura h/d e a relação de espessura ε para a estrutura de relevo da Figura 2,

a Figura 5 mostra uma representação gráfica da relação entre a relação de profundidade para largura h/d e a relação de espessura ε para a estrutura de relevo da Figura 3,

a Figura 6 mostra uma vista em corte diagramática de uma estrutura de relevo de acordo com a invenção,

as Figuras 7a e 7b mostram uma vista gráfica da relação entre a espessura t de uma camada de metal e o grau de reflexão R para vários metais,

as Figuras 8a a 8d mostram vistas em corte diagramáticas de uma estrutura de relevo de acordo com a invenção com uma relação de profundidade para largura diferente.

5 a Figura 9a mostra uma vista gráfica da relação entre o grau de transparência T ou o grau de reflexão R dependendo da profundidade h para uma primeira rede linear metalizada sobre uma iluminação com luz polarizada,

10 a Figura 9b mostra uma vista gráfica da relação entre o grau de transparência T dependendo da profundidade h para a rede linear na Figura 9a sobre uma iluminação com luz não polarizada,

a Figura 9c mostra uma vista gráfica da relação entre o grau de transparência T dependendo do comprimento de onda λ da luz para uma segunda rede linear metalizada com uma relação de profundidade para largura $h/d = 1$,

15 a Figura 9d mostra uma vista gráfica da relação entre o grau de transparência T dependendo do comprimento de onda λ da luz para a rede linear metalizada da Figura 9c com uma relação de profundidade para largura $h/d = 0,67$,

20 a Figura 9e mostra uma vista gráfica da relação entre o grau de transparência T dependendo do comprimento de onda λ da luz para a rede linear metalizada da Figura 9c com uma relação de profundidade para largura $h/d = 0,33$,

25 as Figuras 10a a 10c mostram uma vista gráfica da relação entre o grau de transparência T ou o grau de reflexão R dependendo do comprimento de onda λ para uma terceira rede linear metalizada sobre uma iluminação com ângulos de iluminação diferentes,

a Figura 11 mostra uma vista diagramática do ajuste de transparência diferente por reticulação de superfície,

30 a Figura 12 mostra uma vista gráfica da relação entre o grau de transparência T e a relação de profundidade para largura de uma modalidade de uma camada de metal,

a Figura 13 mostra uma vista diagramática de um documento de

segurança com o elemento de segurança de acordo com a invenção.

a Figura 14 mostra uma vista diagramática de uma segunda modalidade de um elemento de segurança de acordo com a invenção

5 a Figura 15 mostra uma vista diagramática de uma segunda modalidade de um elemento de segurança de acordo com a invenção com o elemento de segurança de acordo com a invenção conforme mostrado na Figura 13,

10 a Figura 16 mostra uma representação figurativa de uma vista plana sobre um documento de segurança com um elemento de segurança de acordo com a invenção, e

a Figura 17 mostra uma representação figurativa do padrão de guilhochê do elemento de segurança mostrado na Figura 15.

15 A Figura 1 mostra um elemento de segurança 11 na forma de um corpo de filme de camada múltipla o qual tem um filme portador 10, uma camada de liberação 20, uma camada de verniz de proteção 21, uma camada de verniz de replicação 22 com as estruturas de relevo 25 e 26, uma camada de metal externa 23 disposta nas estruturas de relevo 25 e 26 e uma camada de adesivo 24. A estrutura de relevo 26 é na forma de uma estrutura de relevo plana.

20 O elemento de segurança 11 é um filme de estampagem, em particular um filme de estampagem a quente. Contudo, também é possível que o elemento de segurança 11 seja na forma de um filme de laminação ou de um filme de adesivo.

25 A camada portadora 10 compreende, por exemplo, um filme de PET ou POPP de uma espessura de camada de 10 μm a 50 μm , preferencialmente uma espessura de 19 μm a 23 μm . A camada de liberação 20 e a camada de verniz de proteção 21 então são aplicadas ao filme portador por meio de um rolo de tela de impressão de *intaglio*. Nesse sentido, as camadas de liberação e de verniz de proteção 20 e 21 são preferencialmente de
30 uma espessura de 0,2 a 1,2 μm . Também seria possível descartar aquelas camadas.

A camada de verniz de replicação 22 então é aplicada.

A camada de verniz de replicação 22 preferencialmente compreende um verniz de replicação de formação de rastreio por radiação. Preferencialmente, um processo de replicação de UV é usado para a conformação das estruturas de relevo 25 e 26 na camada de verniz de replicação 22.

- 5 Nessa situação, um verniz endurecível com UV é usado como o verniz de replicação. Nesse procedimento, as estruturas de relevo 25 e 26 são produzidas na camada de verniz de replicação de formação de rastreio por UV, por exemplo, por irradiação com UV, quando da conformação da estrutura de relevo na camada de verniz, enquanto ela ainda estiver macia ou fluida,
- 10 ou por irradiação parcial e endurecimento da camada de verniz de formação de rastreio por UV. Nesse sentido, ao invés de um verniz de formação de rastreio por UV, também é possível usar um verniz de formação de rastreio por outra radiação.

- Além disso, também é possível que a camada de verniz de replicação 22 compreenda um material termoplástico transparente. Uma estrutura de relevo ou uma pluralidade de estruturas de relevo, por exemplo, as estruturas de relevo 25 e 26, é ou são então gravadas na camada de verniz de replicação 22 por meio de uma ferramenta de gravação.
- 15

- A espessura a qual é para ser selecionada para a camada de verniz de replicação 22 é determinada pela profundidade de perfil selecionada para as estruturas de relevo 25 e 26. É necessário assegurar que a camada de verniz de replicação 22 seja de uma espessura suficiente para permitir a conformação das estruturas de relevo 25 e 26. Preferencialmente, nesse sentido, a camada de verniz de replicação 22 é de uma espessura de
- 20 0,3 a 1,2 μm .
- 25

- A título de exemplo, a camada de verniz de replicação 22 é aplicada à camada de verniz de proteção 21 por meio de um rolo de impressão de *intaglio* de rastreio linear sobre a área superficial plena envolvida com um peso de aplicação de 2,2 g/m², antes da secagem. Nesse caso, um verniz da
- 30 composição a seguir é selecionado como o verniz de replicação:

<u>Componente</u>	<u>Proporção em peso</u>
Resina de PPMA de alto peso molecular	2000
Alcido de silicone sem óleo	300
Agente de umedecimento não iônico	50
Nitrocelulose de baixa viscosidade	12000
Tolueno	2000
Diacetona álcool	2500

A camada de verniz de replicação 22 então é seca em uma passagem de secagem a uma temperatura de 100 a 120°C.

As estruturas de relevo 25 e 26 então são estampadas na camada de verniz de replicação 22, por exemplo, por meio de uma matriz compreendendo níquel, a em torno de 130°C. Para a estampagem das estruturas de relevo 25 e 26 na camada de verniz de replicação, a matriz preferencialmente é aquecida eletricamente. Antes de a matriz ser elevada da camada de verniz de replicação 22 após a operação de estampagem, a matriz nesse caso pode ser resfriada de novo. Após as estruturas de relevo 25 e 26 terem sido estampadas na camada de verniz de replicação, o verniz de replicação da camada de verniz de replicação 22 endurece pela formação de rastreio ou de alguma outra forma.

Também é possível, adicionalmente, que as estruturas de relevo 25 e 26 sejam introduzidas na camada de verniz de replicação 22 por um processo de ablação. Em particular, um processo de remoção a laser é adequado para essa finalidade.

Também pode ser provido que a camada de verniz de replicação 22 seja revestida com um material de HRI (HRI = alto índice de reflexão), por exemplo, com ZnS ou TiO₂. Dessa forma, uma transparência maior pode ser formada em alguns casos, com uma dada profundidade da estrutura de relevo.

Nesse sentido, as estruturas de relevo 25 e 26 envolvem estruturas de relevo as quais são revestidas com a camada de metal 23 em um processo de revestimento comum, por exemplo, desintegração e deposição

de catodo, de modo que a densidade de superfície da camada de metal 23 nas estruturas de relevo 25 e 26 seja constante. Dessa forma, a camada de metal 23 na estrutura de relevo 26, a qual tem uma relação de profundidade para largura baixa, é opaca e a camada de metal 23 na estrutura de relevo 25 a qual tem uma relação de profundidade para largura alta é transparente. A título de exemplo, a estrutura de relevo 26 é formada com a relação de profundidade para largura $h/d = 0$.

A camada de adesivo 24 então é aplicada à camada de metal 23. A camada de adesivo 24 preferencialmente é uma camada que compreende um adesivo termicamente ativável. Dependendo do respectivo uso do elemento de segurança 11, contudo, também é possível descartar a camada de adesivo 24.

A estrutura de relevo 25 é uma estrutura com uma relação de profundidade para largura alta com respeito aos elementos de estrutura da estrutura de relevo e, assim, aquela estrutura de relevo tem uma área superficial efetiva a qual é um múltiplo maior do que as estruturas de relevo convencionais as quais são conformadas em elementos de segurança para a produção de efeitos óticos. Nesse sentido, a profundidade é para ser interpretada como o espaçamento médio entre os picos e os cavados e a largura é para ser interpretada como o espaçamento de dois elementos de estrutura adjacentes da estrutura de relevo. Surpreendentemente foi descoberto que, no caso de uma camada de metal a qual é aplicada à estrutura de relevo em uma espessura nominal t_0 e a qual é formada localmente com a espessura t , a relação de espessura $\varepsilon = t_0/t$ aumenta significativamente se a relação de profundidade para largura h/d da estrutura de relevo for maior do que 1. Mais especificamente, a espessura t da camada de metal é notadamente reduzida pela estrutura de relevo, em relação à espessura nominal t_0 (espessura em regiões "planas"). A camada de metal pode ser transparente dessa forma.

A Figura 2 agora mostra uma vista diagramática em uma escala aumentada de uma modalidade da estrutura de relevo 25 mostrada na Figura 1, a qual é adaptada para prover transparência com respeito à camada de metal 23 disposta na estrutura de relevo.

Conforme mostrado na Figura 2, neste exemplo, a estrutura de relevo 25 é uma função periódica $f(x, y)$, onde as setas 25x e 25y representam os eixos coordenados identificados x e y . A função $f(x, y)$ periodicamente varia a profundidade 25z da estrutura de relevo 25, no caso ilustrado em forma seno-quadrática, tanto na direção x como também na direção y . Isso assegura o perfil de relevo mostrado na Figura 2 com os elementos de estrutura 25a, 25b, 25c e 25d, os quais são respectivamente espaçados uns dos outros na direção x por um comprimento de período 25p e na direção y por um comprimento de período 25q da função $f(x, y)$ e são de uma profundidade de estrutura 25t. Neste caso, os comprimentos de período 25p e 25q são selecionados de modo que eles sejam menores do que ou iguais à profundidade de estrutura 25t.

A estrutura de relevo 25 mostrada na Figura 2 assim envolve, por exemplo, os comprimentos de período 25p e 25q de 330 nm e uma profundidade de estrutura 25t de mais de 500 nm.

Também é possível que, nesse sentido, ambos o formato de perfil, os comprimentos de período 25p e 25q e a profundidade de estrutura 25t sejam diferentes da vista mostrada na Figura 2. O que é essencial nesse sentido é que pelo menos um dos comprimentos de período 25p e 25q seja menor do que ou igual à profundidade de estrutura 25t. Resultados particularmente bons são obtidos se pelo menos um dos comprimentos de período 25p e 25q for menor do que o comprimento de onda de limite de luz visível.

A Figura 3 mostra uma estrutura de relevo a qual tem elementos de estrutura 25e e 25f apenas em uma direção de coordenada. As outras referências são conforme selecionado na Figura 2, de modo que uma referência será feita apenas às diferenças em relação à modalidade da Figura 2. Os elementos de estrutura 25e e 25f se estendem com uma profundidade de estrutura 25t constante na direção da coordenada y 25y. A estrutura de relevo mostrada de forma diagramática na Figura 3 também parece transparente.

As Figuras 4 e 5 mostram agora em relação às estruturas de relevo ilustradas nas Figuras 2 e 3 a relação entre a relação de espessura ε

= t_0/t da camada de metal 23 e a relação de profundidade para largura h/d da estrutura de relevo 25.

Surpreendentemente, foi descoberto que o aumento na relação de espessura ϵ é maior com a rede linear (veja a Figura 3) do que com a rede cruzada considerada previamente (veja a Figura 2), com a mesma relação de profundidade para largura.

A título de exemplo, com a mesma relação de profundidade para largura $h/d = 2$ para a rede linear a relação de espessura ϵ é igual a 4,2, a qual é maior do que a relação de espessura para a rede cruzada considerada acima.

A Figura 6 mostra agora em detalhes o efeito de mudança de espessura com respeito à camada de metal 23, a qual é responsável pela garantia de transparência.

A Figura 6 é uma vista em corte diagramática de uma camada de verniz de replicação 622 com uma estrutura de relevo 625 com uma relação de profundidade para largura alta e uma estrutura de relevo 626 com uma relação de profundidade para largura igual a zero. É disposta na camada de verniz de replicação 622 uma camada de metal 623 aplicada, por exemplo, por desintegração e deposição de catodo. As setas 60 identificam a direção de aplicação da camada de metal 623. A camada de metal 623 é da espessura nominal t_0 na região da estrutura de relevo 626 e da espessura t , a qual é menor do que a espessura nominal t_0 , na região da estrutura de relevo 625. Nesse sentido, a espessura t é para ser interpretada como um valor médio para a espessura t ser formada, dependendo do ângulo de inclinação da superfície da estrutura de relevo com respeito à horizontal. Aquele ângulo de inclinação pode ser descrito matematicamente pela primeira derivada da função da estrutura de relevo.

Portanto, se o ângulo de inclinação for igual à zero, a camada de metal 623 será depositada com a espessura nominal t_0 , se o valor do ângulo de inclinação for maior do que zero a camada de metal 623 será depositada com a espessura t , quer dizer, com uma espessura menor do que a espessura nominal t_0 .

Também é possível que a transparência da camada de metal seja obtida por estruturas de relevo as quais têm um perfil de superfície complexo com porções elevadas e depressões de altura diferente. Nesse caso, esses perfis de superfície também podem envolver perfis de superfície estocásticos. Nesse caso, a transparência geralmente é obtida se o espaçamento médio de elementos de estrutura adjacentes for menor do que a profundidade de perfil média da estrutura de relevo e os elementos de estrutura adjacentes forem espaçados um dos outros a menos do que 200 μm . Preferencialmente, nesse sentido, o espaçamento médio de porções elevadas adjacentes é menor do que 30 μm , de modo que a estrutura de relevo seja uma estrutura de relevo de difração especial.

É importante em termos de produção de regiões transparentes que os parâmetros individuais sejam conhecidos com respeito a suas dependências, e apropriadamente selecionados. Um observador já percebe uma região como sendo plenamente opaca refletiva se 85% da luz incidente forem refletidos, e percebe uma região como sendo transparente se menos de 20% da luz incidente forem refletidos e mais de 80% forem transmitidos. Aqueles valores podem variar dependendo do substrato, da iluminação e assim por diante. Um papel importante é tido nesse sentido pela absorção de luz na camada de metal. A título de exemplo, cromo e cobre refletem muito menos sob algumas circunstâncias. Isso pode significar que apenas 50% da luz incidente sejam refletidos, com o grau de transparência sendo menor do que 1%.

As Figuras 7a e 7b agora mostram as relações entre a espessura t da camada de metal em nm e um grau de reflexão R em % para a irradiação da estrutura de relevo com luz a um comprimento de onda de $\lambda = 550$ nm, dependendo do tipo de metal. Nesse caso, a camada de metal é aplicada a um usuário transparente, o qual tem um índice de refração $n = 1,5$. Para uma camada de metal formada a partir de alumínio (Al, veja a Figura 7a), foi avaliado a título de exemplo que as regiões refletivas são produzidas com uma espessura $t > 17$ nm e regiões transparentes são produzidas com uma espessura $t < 3$ nm. A relação de espessura ε conseqüentemente é selecio-

nada como $\varepsilon = 17/3 = 5,67$.

- 5 A Tabela 1 mostra o grau avaliado de reflexão de camadas de metal de Ag, Al, Au, Cr, Cu, Rh e Ti dispostas entre filmes de plástico (índice de refração $n = 1,5$) a um comprimento de onda de luz $\lambda = 550$ nm. Neste caso, a relação de espessura ε é formada como o quociente a partir da espessura t da camada de metal requerida para o grau de reflexão $R = 80\%$ do máximo $R_{\max}$ e aquele requerido para o grau de reflexão $R = 20\%$ do máximo $R_{\max}$.

Metal	$R_{\max}$	t para 80% $R_{\max}$	t para 20% $R_{\max}$	ε	h/d
Ag	0,944	31 nm	9 nm	3,4	1,92
Al	0,886	12 nm	2,5 nm	4,8	2,82
Au	0,808	40 nm	12 nm	3,3	1,86
Rh	0,685	18 nm	4,5 nm	4,0	2,31
Cu	0,557	40 nm	12 nm	3,3	1,86
Cr	0,420	18 nm	5 nm	3,6	2,05
Ti	0,386	29 nm	8,5 nm	3,3	1,86

Tabela 1

- 10 A partir de uma consideração heurística, prata e ouro (Ag e Au), conforme será visto, têm um grau máximo alto de reflexão $R_{\max}$ e requerem uma relação de profundidade para largura relativamente baixa para a garantia da transparência. O alumínio (Al) reconhecidamente também tem um grau de reflexão máximo alto $R_{\max}$, mas requer uma relação de profundidade
- 15 para largura mais alta. Preferencialmente, portanto, pode ser provido que a camada de metal seja formada a partir de prata ou ouro. Contudo, também pode ser provido que a camada de metal seja formada a partir de outros metais ou a partir de ligas de metal.

- 20 As Figuras 8a a 8d mostram agora uma vista em corte diagramática de uma modalidade que ilustra a configuração das estruturas de relevo 825a, 825b, 826a e 826b com graus diferentes de transparência da camada de metal aplicada. No exemplo ilustrado, aquelas estruturas de relevo têm elementos de estrutura com um espaçamento $d = 350$ nm entre dois elementos de estrutura. O espaçamento d não é mostrado nas Figuras 8a a 8d. A

estrutura de relevo é ocupada em cada caso por uma camada de metal 823 formada com a espessura nominal $t_0 = 40$ nm. Com aquela espessura, a camada de metal 823 parece opaca ou refletiva em um fundo plano

5 A Figura 8a mostra de forma diagramática a estrutura de relevo transparente 825a, a qual é de uma profundidade $h = 800$ nm. A relação de profundidade para largura a qual é responsável pelo nível do grau de transparência da camada de metal 823 é, conseqüentemente, $h/d = 2,3$.

10 A Figura 8b mostra de forma diagramática a estrutura de relevo transparente 825b a qual é de uma profundidade $h = 400$ nm. A relação de profundidade para largura a qual é responsável pelo nível do grau de transparência da camada de metal 823 conseqüentemente é de $h/d = 1,14$. A camada de metal 823 aparece menos transparente do que na modalidade da Figura 8a.

15 A Figura 8c mostra de forma diagramática a estrutura de relevo opaca 826a a qual é de uma profundidade de $h = 100$ nm. A relação de profundidade para largura responsável pelo nível do grau de transparência da camada de metal 823 conseqüentemente é de $h/d = 0,29$. O grau de transparência da camada de metal 823 agora é tão leve que a camada de metal 823 parece opaca, mas, não obstante, tem uma componente transparente,
20 em comparação com a modalidade mostrada na Figura 8d.

25 A Figura 8d mostra de forma diagramática a estrutura de relevo 826b, a qual é de uma profundidade $h = 0$ nm. A relação de profundidade para largura a qual é responsável pelo nível do grau de transparência conseqüentemente é de $h/d = 0$. A camada de metal 823 aparece completamente opaca, por exemplo, refletiva.

A Tabela 2 agora mostra os resultados de cálculo obtidos a partir de cálculos de difração estritos para estruturas de relevo com relações de profundidade para largura diferentes, as quais são na forma de redes lineares senoidais com um espaçamento de rede de 350 nm. As estruturas de relevo são revestidas com prata, com uma espessura nominal $t_0 = 40$ nm. A luz a qual impinge sobre as estruturas de relevo é do comprimento de onda $\lambda = 550$ nm (verde) e é polarizada com TE ou polarizada com TM.

Relação de profundidade para largura	Espaçamento de rede em nm	Profundidade em nm	Grau de reflexão (OR) TE	Grau de transparência (OT) TE	Grau de reflexão (OR) TM	Grau de transparência (OT) TM
0	350	0	84,5 %	9,4 %	84,5 %	9,4 %
0,3	350	100	78,4 %	11,1 %	50,0 %	21,0 %
0,4	350	150	42,0 %	45,0 %	31,0 %	47,0 %
1,1	350	400	2,3 %	82,3 %	1,6 %	62,8 %
2,3	350	800	1,2 %	88,0 %	0,2 %	77,0 %

Tabela 2

Conforme foi encontrado, em particular o grau de transparência, além da relação de profundidade para largura, é dependente da polarização da luz incidente. Essa dependência é mostrada na Tabela 2 para a relação de profundidade para largura $d/h = 1,1$. Pode ser provido que esse efeito seja usado para recursos de segurança secundários.

Foi descoberto adicionalmente que o grau de transparência ou o grau de reflexão da estrutura de relevo de acordo com a invenção é dependente do comprimento de onda. As Figuras 9a a 9e mostram em vistas gráficas os resultados de cálculo os quais demonstram esse efeito.

A Figura 9a é uma vista gráfica que mostra o grau de reflexão R ou o grau de transparência T plotado em relação à profundidade de rede h em nanômetros de uma primeira rede senoidal com um período de rede ou um espaçamento de rede $d = 300$ nm. A profundidade de rede varia de $h = 0$ nm a 600 nm, equivalente a uma variação na relação de profundidade para largura $h/d = 0$ a 2. A rede é revestida com prata com uma espessura de camada $t_0 = 50$ nm e irradiada com luz polarizada a um comprimento de onda $\lambda = 550$ nm. As curvas são identificadas por OR TM para o grau de reflexão ou OT TM para o grau de transparência de luz polarizada com TM e, de modo similar, com OR TE e OT TE para luz polarizada com TE.

Conforme pode ser visto a partir da Figura 9a, o efeito de acordo com a invenção é pronunciado de forma particularmente alta para a luz polarizada com TE.

A Figura 9b mostra agora o grau de transparência T da rede usada na Figura 9a com uma luz não polarizada, plotado em relação à profundidade de grade h .

5 A Figura 9c mostra a influência do comprimento de onda da luz sobre o grau de transparência T , no caso de uma segunda rede senoidal, construída de modo similar à Figura 9a com a profundidade de grade $h = 300$ nm, equivalente à relação de profundidade para largura $h/d = 1$. Conforme pode ser visto, ambas a polarização da luz e também a natureza da polarização (OT TM ou OT TE) têm uma influência sobre o grau de transparência T , o qual é, ao mesmo tempo, dependente do comprimento de onda da luz. A curva identificada por OT unpol para luz não polarizada se estende entre as duas curvas OT TM e OT TE para luz polarizada com TM e polarizada com TE, respectivamente.

15 As Figuras 9d e 9e mostram agora a influência da diminuição da relação de profundidade para largura h/d sobre aquelas configurações de curva com respeito ao grau de transparência T .

A Figura 9d envolve a representação do grau de transparência T em uma rede senoidal, conforme mostrado na Figura 9c, a qual é construída com uma profundidade de rede $h = 200$ nm, equivalente a uma relação de profundidade para largura $h/d = 0,67$. O grau de transparência T é notadamente menor em relação à Figura 9c, particularmente sobre uma irradiação com luz não polarizada. Um grau de transparência próximo de zero é para ser observado para uma irradiação com luz polarizada TM, para $\lambda = 450$ nm.

25 A Figura 9e mostra a vista do grau de transparência em uma rede senoidal, conforme mostrado na Figura 9c, a qual é construída com uma profundidade de rede $h = 100$ nm, equivalente à relação de profundidade para largura $h/d = 0,33$. O grau de q T agora é muito leve, de modo que a camada de metal de prata aplicada à rede parece não transparente em todos os comprimentos de onda.

30 Conforme os resultados de cálculo ilustrados nas Figuras 9a a 9e mostram, as estruturas de relevo de acordo com a invenção com uma relação de profundidade para largura alta podem produzir efeitos de cor os

quais devem ser observados mediante uma irradiação com luz policromática, por exemplo, com luz do dia. Pode ser provido que aqueles efeitos de cor sejam usados como um recurso de segurança secundário adicional

Foi descoberto ainda que o grau de transparência diminui se o
 5 ângulo de inclinação da luz diferir do ângulo de incidência normal, quer dizer, o grau de transparência diminui se a luz não for perpendicularmente incidente. Isso significa que uma região com uma estrutura de relevo de acordo com a invenção pode ser transparente apenas em um cone limitado de incidência de luz. Portanto, pode ser provido que um efeito seja usado como um recurso
 10 de segurança adicional. Pode ser provido que a camada de metal seja opaca, quando vista de forma inclinada.

As Figuras 10a a 10c mostram agora a influência do ângulo de inclinação da luz sobre o grau de transparência T ou o grau de reflexão R de uma terceira grade senoidal com o espaçamento de grade $d = 300$ nm, revestida com prata com uma espessura de camada $t_0 = 550$ nm.
 15

A Figura 10a é um gráfico que mostra a situação inicial quando a luz é perpendicularmente incidente. A configuração curva com respeito ao grau de transparência T qualitativamente corresponde àquela mostrada na Figura 9c. Conforme será visto, o grau de reflexão R é menos dependente
 20 de comprimento de onda do que o grau de transparência T . Isso se aplica em particular para a iluminação da rede com luz não polarizada.

A Figura 10b mostra agora a configuração de curva com respeito ao grau de transparência T ou ao grau de reflexão R para iluminação em um ângulo $\theta = 20^\circ$ com respeito à perpendicular em uma direção em relação perpendicular com os flancos das linhas de rede e um ângulo $\varphi = 0^\circ$ com
 25 respeito à perpendicular em uma direção paralela aos flancos das linhas de rede. O grau de transparência T e o grau de reflexão R agora são dependentes de comprimento de onda em uma faixa ampla em comparação com a Figura 10a, em particular também mediante uma iluminação com luz não
 30 polarizada.

A Figura 10c mostra a configuração de curva com respeito ao grau de transparência T e o grau de reflexão R para uma iluminação no ân-

gulo $\theta = 0^\circ$ e $\varphi = 20^\circ$. A luz agora, portanto, é incidente de forma inclinada em uma relação paralela com os flancos das linhas de rede. As configurações dependentes de comprimento de onda são notadamente diferentes em termos qualitativos, em comparação com a Figura 10b.

5 A Figura 11 mostra agora uma vista diagramática que ilustra uma modalidade para a produção de regiões com graus diferentes de transparência T . Neste caso, as regiões 91 a 96 são produzidas com um grau diferente de transparência T em incrementos de 20%, começando na região 91, a qual tem o grau de transparência $T = 0\%$, até a região 96, a qual tem o grau de transparência $T = 100\%$. Conforme pode ser visto claramente a partir da Figura 11, para essa finalidade as regiões 91 a 96 são de uma configuração reticulada com os elementos de rastreo opacos 91o a 95o e os elementos de rastreo transparentes 92t a 96t. As regiões 91 a 96 podem ser na forma de pixels, por exemplo, com um grau diferente de transparência T .

15 Na modalidade ilustrada, os elementos de rastreo opacos 91o a 95o estão marcados em preto na Figura 11 e os elementos de rastreo transparentes 92t a 96t são marcados em branco. Isto é uma vista aproximadamente diagramática, a qual não reproduz as relações verdadeiras de tamanho entre elementos de rastreo e regiões. O grau de transparência T de cada região 91 a 96 é descrito pela relação da área superficial total dos elementos de rastreo opacos 91o a 95o para a área superficial total dos elementos de rastreo transparentes 92t a 96t. Os elementos de rastreo são produzidos em dimensões as quais não podem mais ser resolvidas pelo olho humano. Portanto, as regiões 91 a 96 as quais são reticuladas dessa forma, de preferência, aparecerão visualmente com uma distribuição igual dos elementos de rastreo opacos e transparentes como regiões com um grau homogêneo de transparência T .

Na modalidade ilustrada, os elementos de rastreo opacos 91o a 95o são produzidos com a relação de profundidade para largura $h/d = 0$ e com uma espessura nominal t_0 com respeito à camada de metal de modo que eles tenham o grau de transparência $T = 0\%$. Os elementos de rastreo transparentes 92t a 96t são produzidos com uma alta relação de profundida-

de para largura, quer dizer, preferencialmente, $h/d > 2$. Também pode ser provido, contudo, que os elementos de rastreo opacos 91o a 95o sejam produzidos com uma relação de profundidade para largura baixa por exemplo, $h/d = 0.1$, e os elementos de rastreo transparentes 92t a 96t sejam produzidos com uma relação de profundidade para largura a qual é relativamente alta em comparação com isso, por exemplo, $h/d = 1$.

As regiões 91 e 96 contêm apenas elementos de rastreo de um tipo, de modo que, por exemplo, a região 91, produzida apenas com elementos de rastreo opacos 91o, envolva o grau de transparência $T = 0\%$. A região 96 é produzida apenas com os elementos de rastreo transparentes 92t e, portanto, envolve o grau de transparência $T = 100\%$. As regiões 92 e 95 são produzidas com ambos os elementos de rastreo opacos 92o a 95o e também com os elementos de rastreo transparentes 92t a 95t e, portanto, têm graus de transparência entre 20% e 80%.

Também pode ser provido que regiões com escalas de cinza diferentes sejam formadas, pela relação de profundidade para largura ser diferente nas regiões. A Figura 12 ilustra por meio de um gráfico com referência a um exemplo como o grau de transparência T pode ser ajustado pela relação de profundidade para largura h/d . Conforme já estabelecido aqui anteriormente, a relação entre o grau de transparência T e a relação de profundidade para largura h/d é dependente de vários parâmetros, por exemplo, do tipo de metal e da natureza da estrutura de relevo. Basicamente, contudo, o grau de transparência T aumenta com uma relação de profundidade para largura crescente h/d . No presente exemplo, o grau de transparência $T = 100\%$, quando a relação de profundidade para largura $h/d = 5,3$. Essa relação é baseada na abordagem heurística para uma solução. Sem diminuições notáveis na qualidade, a região plenamente transparente identificada pela referência 96 na Figura 11 já pode ser produzida com uma relação de profundidade para largura $h/d \Rightarrow 1,0$, por exemplo, com uma $h/d = 2,2$, de modo que o grau de transparência $T = 80\%$. Uma relação de profundidade para largura mais baixa pode ser tecnologicamente vantajosa, por exemplo.

Pode ser provido que representações de imagem sejam geradas

dessa forma, a qual é descrita com referência às Figuras 11 e 12. Por causa da alta resolução, a qual é possível com esse processo, imagens garantindo uma alta qualidade de formação de imagem podem ser produzidas dessa forma, por exemplo, na forma de logotipos ou inscrições. Por exemplo, as

5 imagens de linha ou imagens de rastreio em preto e branco podem ser produzidas com o processo de formação de rastreio em preto e branco. Conforme já descrito (veja a Figura 11), nesse sentido, o grau de transparência de um pixel é determinado pela relação entre elementos de rastreio opacos e elementos de rastreio transparentes. Contudo, também pode ser provido

10 que os pixels sejam na forma de regiões homogêneas com uma relação de profundidade para largura diferente (veja a Figura 12). Dessa forma, pode ser provido, por exemplo, que imagens em computador sejam geradas em um modo de escala de cinza na forma de representações de imagem. Por causa da alta resolução a qual é possível com aquele processo, as imagens

15 em escala de cinza de alta qualidade podem ser produzidas dessa forma, por exemplo, imagens fotográficas de alta qualidade podem ser reproduzidas contra qualquer fundo.

Contudo, também é possível produzir macro-regiões com transparência mudando continuamente e, dessa forma, oticamente "desvanecer"

20 oticamente elementos dispostos sob uma região como essa. Dessa forma, por exemplo, é possível reproduzir uma fotografia de passaporte sem uma delimitação de borda aguda.

Também pode ser provido que as soluções caracterizadas nas Figuras 11 e 12 sejam combinadas em conjunto e, assim, efeitos adicionais

25 possam ser obtidos. Por exemplo, pode ser provido que elementos de rastreio, os quais são visíveis para o olho humano, sejam usados como um elemento de configuração, por exemplo, na forma de um rastreio de jornal.

A Figura 13 mostra agora uma vista diagramática de um documento de segurança 12 com um corpo de cartão 28 e elementos de imagem 27

30 dispostos no corpo de cartão 28, e o elemento de segurança 11 mostrado na Figura 1. Os mesmos elementos são denotados pelas mesmas referências.

Para essa finalidade, o elemento de segurança 11 é puxado do

filme portador 10 e aplicado ao corpo de cartão 28. Nesse sentido, a camada de liberação 20 (veja a Figura 1) ajuda na liberação do elemento de segurança do filme portador 10.

5 Agora, apenas as regiões dos elementos de imagem 27, os quais são dispostos sob as estruturas de relevo 25 ainda são visíveis, em virtude da aplicação do elemento de segurança 11. Os elementos de imagem 27 os quais são dispostos sob as estruturas de relevo 26 não são visíveis para uma pessoa olhando para o documento de segurança. Por causa do metal 23, elas aparecem como regiões de reflexão as quais, conforme pode ser particular-

10 mente bem visto a partir das Figuras 15 e 16, podem ser na forma de um padrão fino na forma de um guilhochê. Um padrão o qual é aplicado de acordo com o processo descrito acima pode ser tão fino que ele não pode ser imitado com um outro processo, por exemplo, um processo de cópia colorida.

As Figuras 14 e 15 mostram agora uma segunda modalidade de

15 um elemento de segurança e um documento de segurança provido com aquele elemento de segurança, onde os mesmos elementos são denotados pelas mesmas referências.

A Figura 14 mostra um elemento de segurança 111 na forma de um corpo de filme de camada múltipla o qual tem o filme portador 10, a ca-

20 mada de liberação 20, a camada de verniz de proteção 21, a camada de verniz de replicação 22 com as estruturas de relevo 25, 26 e ainda as estruturas de relevo 125, 126, a camada de metal 23 e a camada de adesivo 24. As estruturas de relevo 125 e 126 são na forma de superposições de uma estrutura a qual no exemplo diagramático ilustrado é de uma configuração

25 senoidal, com as estruturas de relevo 25 e 26 respectivamente. A estrutura sobreposta pode envolver, por exemplo, uma estrutura para a geração de um holograma o qual, dessa forma, aparece visível nas regiões da estrutura de relevo 125 e invisível nas regiões da estrutura de relevo 126. A título de exemplo, nesse sentido, as estruturas de relevo 26 e 126 podem formar um

30 padrão de guilhochê o qual não pode ser reproduzido com processos convencionais, quer dizer, é na forma de um recurso de segurança.

Pode analogia com a Figura 13, a Figura 15 mostra uma vista

diagramática de um documento de segurança 112 ao qual o elemento de segurança 111, conforme mostrado na Figura 14, é aplicado.

As Figuras 16 e 17 mostram agora um exemplo do uso de um documento de identidade 110. Esse documento de identidade 110 tem uma
5 fotografia 110p do dono do documento de identidade, uma inscrição 110k, uma inscrição personalizada 110v e um padrão de guilhochê 110g.

Na modalidade ilustrada, a fotografia 110p, a inscrição 110k e a inscrição personalizada 110v são aplicadas ao corpo de cartão do documento 110, de acordo com o estado da técnica. O padrão de guilhochê 110g o
10 qual é mostrado em detalhes na Figura 17, para clareza melhorada de ilustração, é posicionado sobre a superfície inteira do cartão. Na modalidade ilustrada, as linhas do padrão de guilhochê 110g são na forma de regiões com uma relação de profundidade para largura menor do que 0,2 e de uma largura de 50 μm , as quais se juntam diretamente a regiões transparentes
15 com uma relação de profundidade para largura alta. Isso provê que o documento de identidade seja de uma natureza à prova de falsificação de uma forma particularmente simples para que o padrão de guilhochê 110g não possa ser aplicado com um outro processo.

Um documento de segurança o qual é como a modalidade ilustrada na Figura 16 combina a vantagem de um nível de segurança melhorado em relação à falsificação com a vantagem de uma produção simplificada e mais precisa. Mais especificamente, devido ao fato de as regiões transparentes e opacas poderem ser produzidas em uma etapa de processo, os problemas de posicionamento os quais ocorrem no alinhamento de uma
20 impressão em uma relação de alinhamento acurada não surgem mais, quer dizer, regiões transparentes, regiões opacas e regiões de fundo não têm mais que ser posicionadas com um alto nível de acurácia umas em relação às outras, conforme até agora. O processo de acordo com a invenção provê que regiões transparentes e opacas sejam produzidas por uma estruturação
25 de superfície, de forma especificamente mais precisa, quando elas forem pretendidas. Nesse sentido, sistemas de filme fino de camada múltipla, sistemas de cristal líquido e assim por diante podem ser incluídos.
30

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento de segurança (11) na forma de um corpo de filme de camada múltipla com uma camada de verniz de replicação (22) onde em um plano definido pelos eixos de coordenadas x e y uma primeira estrutura de relevo (25) é conformada à camada de verniz de replicação (22) em uma primeira região do elemento de segurança e uma camada de metal (23) de densidade de superfície constante com respeito ao plano definido pelos eixos de coordenadas x e y é aplicada à camada de verniz de replicação (22) na primeira região do elemento de segurança (11) e em uma segunda região adjacente do elemento de segurança (11),

caracterizado pelo fato de

a primeira estrutura de relevo (25) ser uma estrutura de difração com uma relação de profundidade-para-largura dos elementos de estrutura individuais $> 0,5$ e a camada de metal (23) ser produzida em uma espessura de camada nominal t_0 na qual a transparência da camada de metal (23) é aumentada pela primeira estrutura de relevo (25) na primeira região com respeito à transparência da camada de metal (23) na segunda região.

2. Elemento de segurança, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a camada de metal (23) ser aplicada à camada de verniz de replicação (22) em uma densidade de superfície a qual corresponde a uma aplicação da camada de metal (23) em uma superfície plana com uma relação de profundidade para largura igual a zero com um grau de reflexão da camada de metal de 85% a 95% do grau máximo de reflexão.

3. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a profundidade da primeira estrutura de relevo (25) ser na forma de uma função das coordenadas x e/ou y.

4. Elemento de segurança, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de a função ser uma função estocástica.

5. Elemento de segurança, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de a função ser uma função do tipo de $\sin^2(x, y)$.

6. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de uma segunda estrutura de re-

levo de difração (26) ser conformada na camada de verniz de replicação (22) na segunda região adjacente, onde a relação de profundidade para largura dos elementos de estrutura individuais da segunda estrutura de relevo é menor do que a relação de profundidade para largura dos elementos de estrutura individuais da primeira estrutura de relevo.

7. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a segunda estrutura de relevo (26) ter uma relação de profundidade-para-largura de menos de 0,2.

8. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a segunda estrutura de relevo (26) ter uma relação de profundidade-para-largura de menos de 0,5.

9. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a segunda região ser uma região de padrão, em particular na forma de um padrão de guilhoché ou um logotipo ou um texto e a primeira região ser uma região de fundo.

10. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a relação de profundidade-para-largura da primeira estrutura de relevo (25) e/ou da segunda estrutura de relevo (26) variar na direção x e/ou na direção y.

11. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a primeira região ou a segunda região ser de uma configuração de rastreio em microrregiões, onde as dimensões das microrregiões e/ou o espaçamento de rastreio são menores ou é menor do que o espaçamento o qual pode ser resolvido pelo olho humano.

12. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a segunda estrutura de relevo ser uma estrutura a qual tem um efeito de difração ótica que gera um padrão, uma macroestrutura ou uma estrutura de esteira.

13. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a primeira ou a segunda estrutura de relevo (125, 126) ser formada a partir de uma superposição de uma estrutura de envoltória e uma estrutura de difração com uma relação de pro-

fundidade para largura dos elementos de estrutura individuais de mais de 0,5.

14. Elemento de segurança, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a estrutura de envelope ser uma estrutura que
5 tem um efeito de difração ótica, em particular uma estrutura de relevo gerando um holograma.

15. Elemento de segurança, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a estrutura de envoltória ser uma macroestrutura.

16. Elemento de segurança, de acordo com a reivindicação 13,
10 caracterizado pelo fato de a estrutura de envoltória ser uma estrutura de esteira.

17. Elemento de segurança, de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o corpo de filme de camada múltipla ser um filme transparente, em particular um filme de estampagem a
15 quente.

18. Documento de segurança, em particular uma nota bancária ou um passaporte, que tem um elemento de segurança de acordo com uma das reivindicações precedentes.

19. Processo para a produção de um elemento de segurança
20 (11, 111) na forma de um corpo de filme de camada múltipla, onde no processo uma primeira estrutura de relevo (25) é conformada em uma camada de verniz de replicação (22) do corpo de filme de camada múltipla em uma primeira região do elemento de segurança (11, 111) e uma camada de metal (23) de densidade de superfície constante com respeito ao plano definido
25 pela camada de verniz de replicação (22) é aplicada à camada de verniz de replicação (22) na primeira região do elemento de segurança (11) e em uma segunda região adjacente do elemento de segurança (11),

caracterizado pelo fato de

a primeira estrutura de relevo (25) ser conformada na forma de
30 uma estrutura de difração com uma relação de profundidade para largura de mais de 0,5 e a camada de metal (23) ser aplicada com uma densidade de superfície com respeito ao plano definido pela camada de verniz de replica-

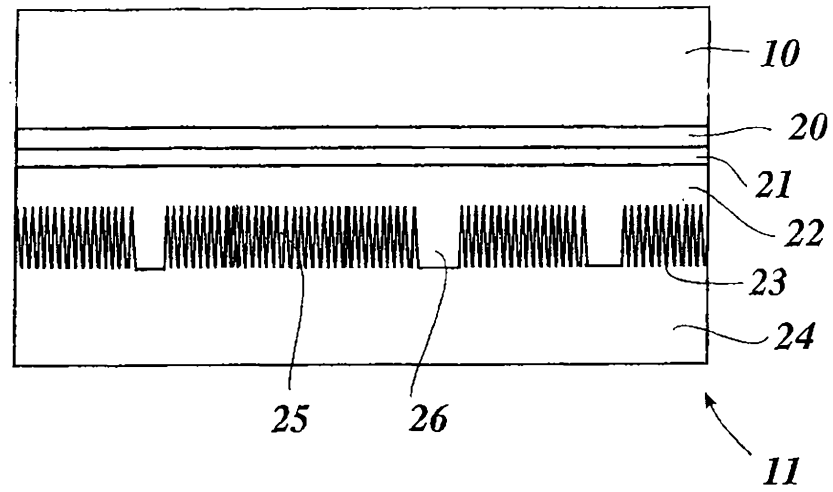
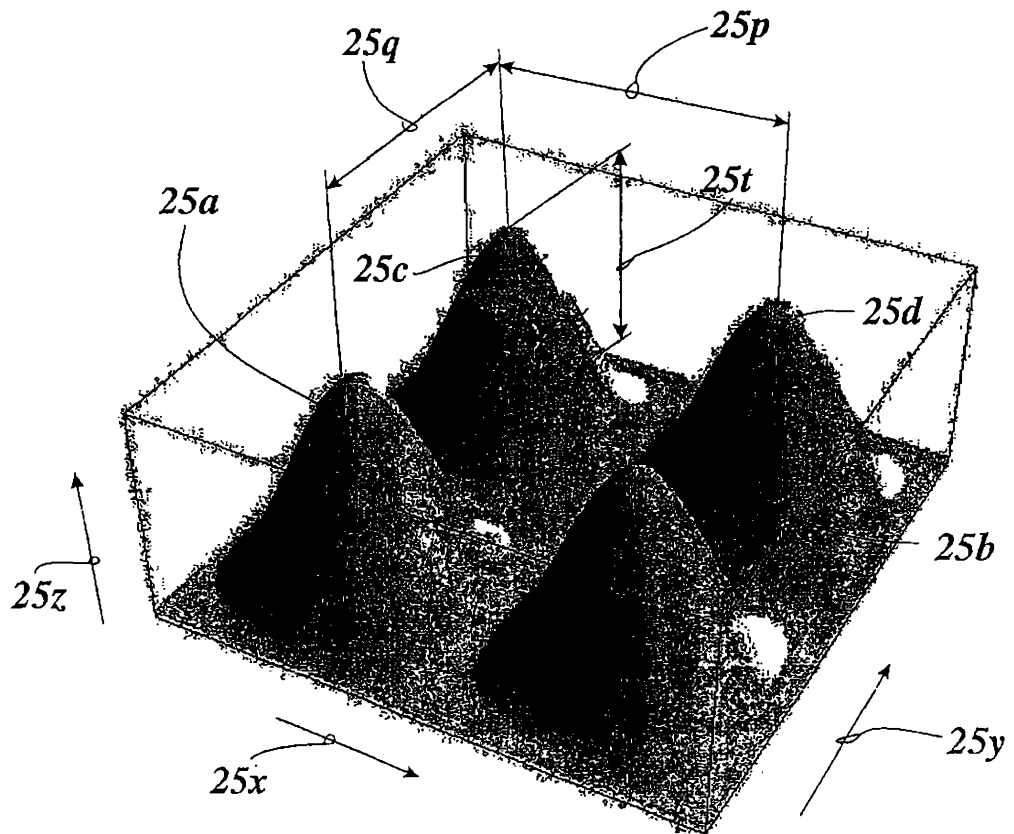
ção (22) e ser produzida em uma espessura de camada nominal t_0 de forma tal que a transparência da camada de metal (23) seja aumentada pela primeira estrutura de relevo (25) na primeira região com respeito à transparência da camada de metal (23) na segunda região.

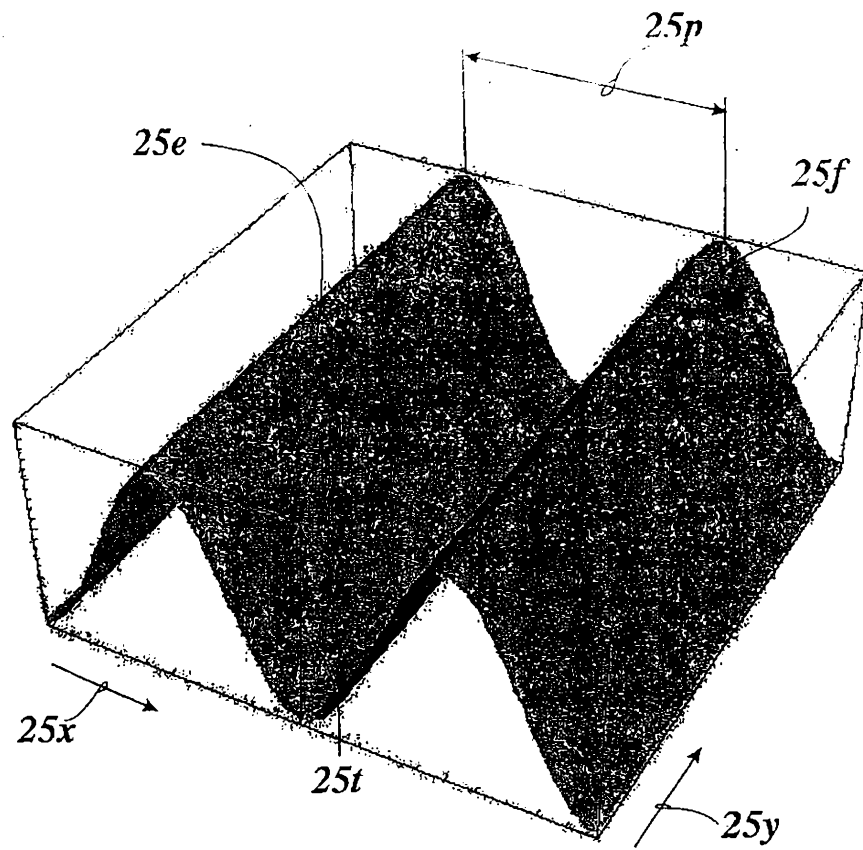
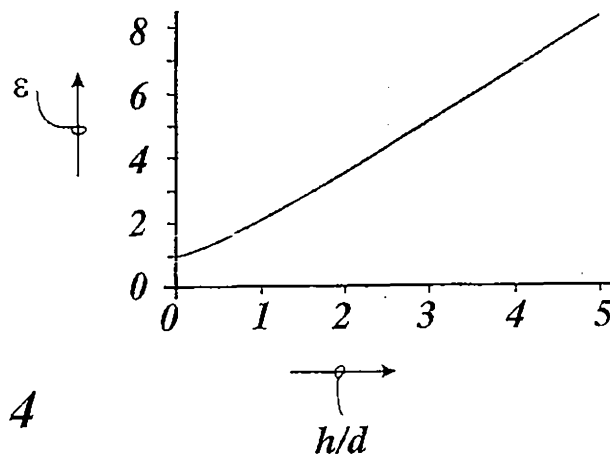
5 20. Processo, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de a camada de metal (23) ser aplicada à camada de verniz de replicação (22) por deposição de vapor, em particular, desintegração de cátodo, deposição de vapor com feixe de elétrons ou deposição de vapor térmica por aquecimento de resistência.

10 21. Processo, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de um metal para a formação da camada de metal (23) ser depositado no plano definido pela camada de verniz de replicação (22), em uma densidade de superfície como essa, a qual corresponde a uma aplicação da camada de metal (23) sobre uma superfície plana disposta perpendicularmente à direção de potência e tendo uma relação de profundidade para largura igual a zero com um grau de reflexão da camada de metal de 85% a 15 95% do grau máximo de reflexão de uma camada de metal não transparente opticamente do metal.

20 22. Processo, de acordo com uma das reivindicações 19 a 21, caracterizado pelo fato de ser conformada em uma terceira região do elemento de segurança (111) uma terceira estrutura de relevo (125, 126), a qual é na forma de uma superposição de uma curva de envoltória com uma quarta estrutura de relevo e a primeira estrutura de relevo (25) e/ou a segunda estrutura de relevo (26), de modo que nas sub-regiões da terceira 25 região, as quais são sobrepostas à primeira estrutura de relevo (25), a informação concretizada pela quarta estrutura de relevo seja visível e nas sub-regiões da terceira região, as quais são sobrepostas à segunda estrutura de relevo (26), a informação concretizada pela quarta estrutura de relevo não seja visível.

30 23. Processo, de acordo com uma das reivindicações 19 a 22, caracterizado pelo fato de as estruturas de relevo serem conformadas na camada de verniz de replicação (22) por meio de uma replicação de UV.

*Fig. 1**Fig. 2*

*Fig. 3**Fig. 4*

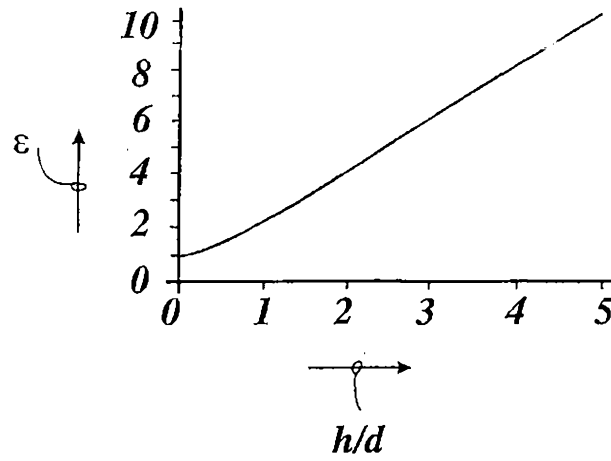


Fig. 5

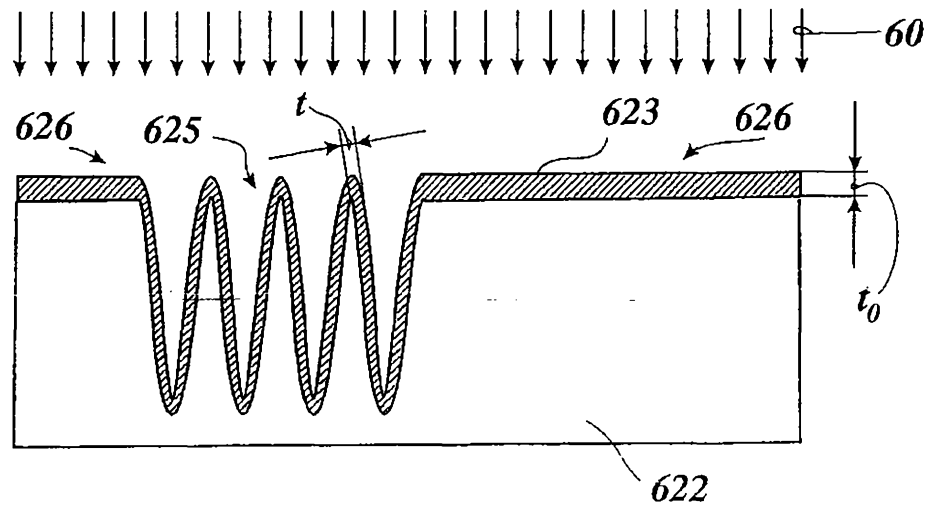


Fig. 6

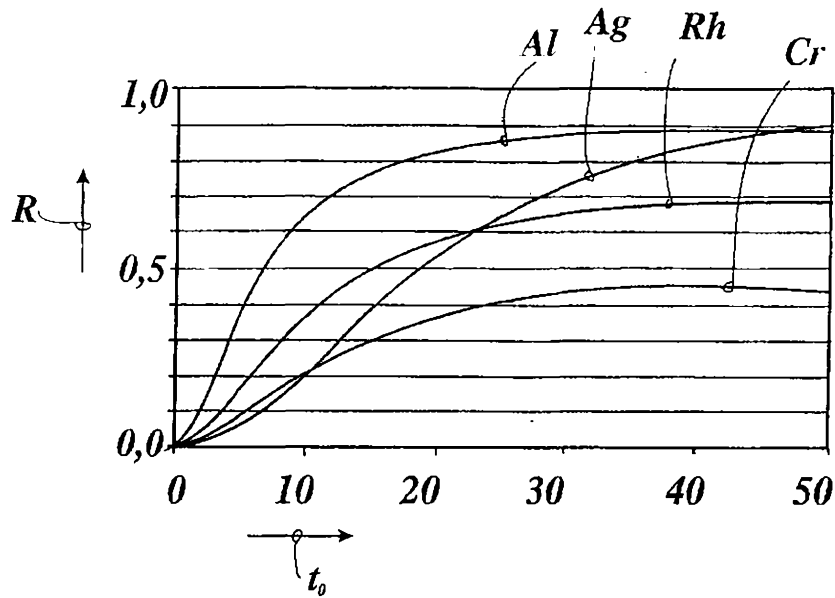


Fig. 7a

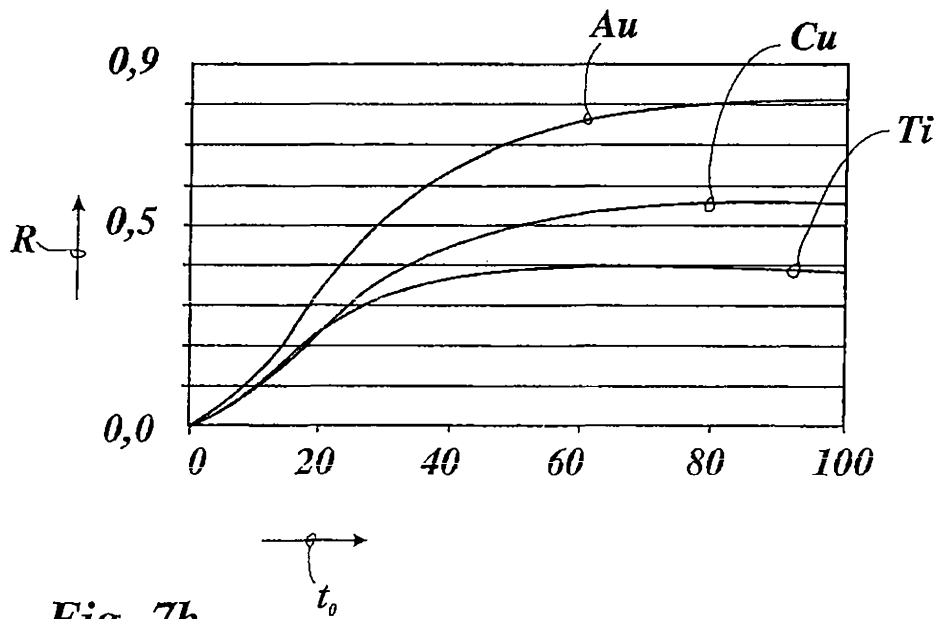


Fig. 7b

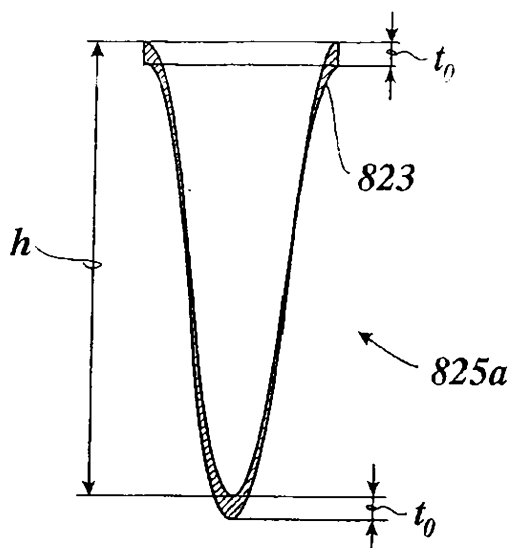


Fig. 8a

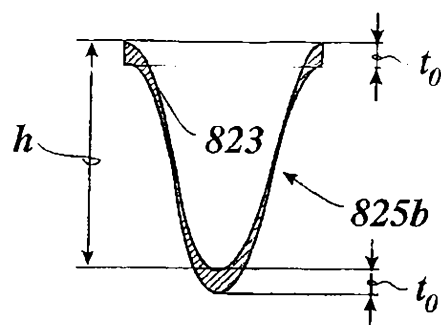


Fig. 8b

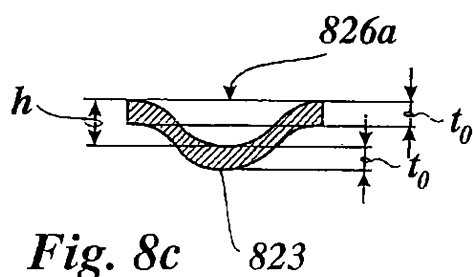


Fig. 8c

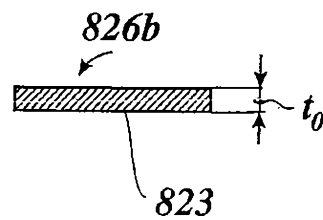
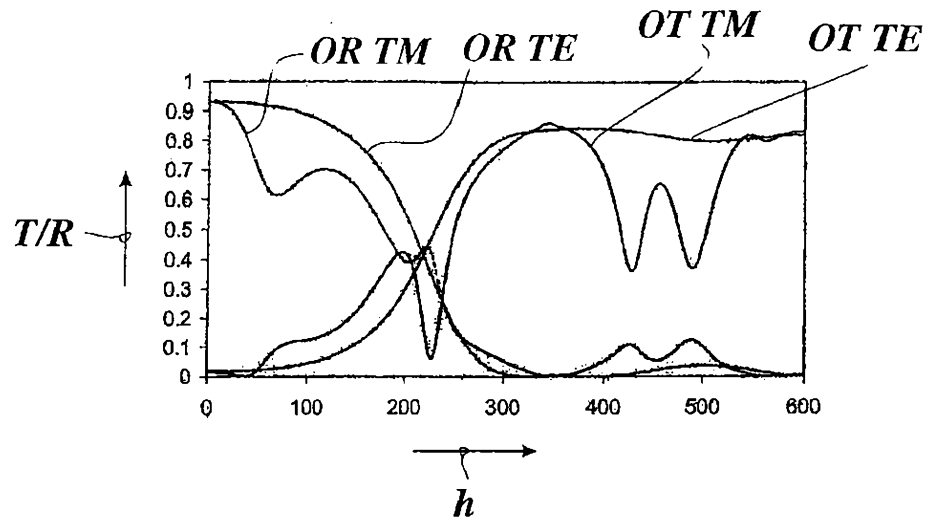
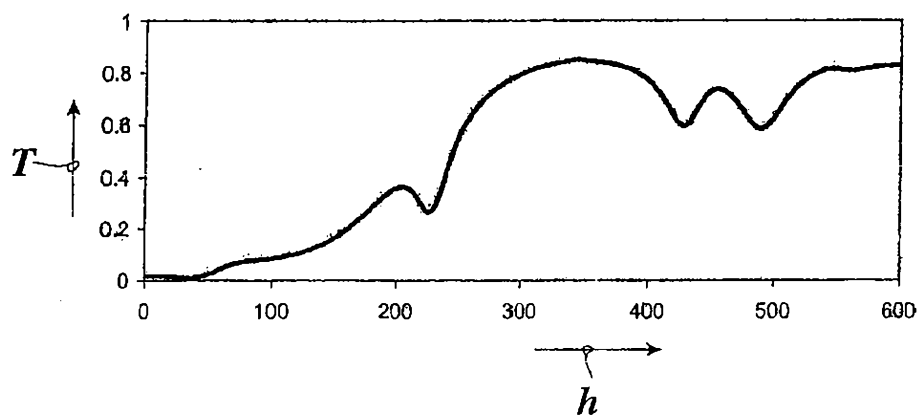


Fig. 8d

*Fig. 9a**Fig. 9b*

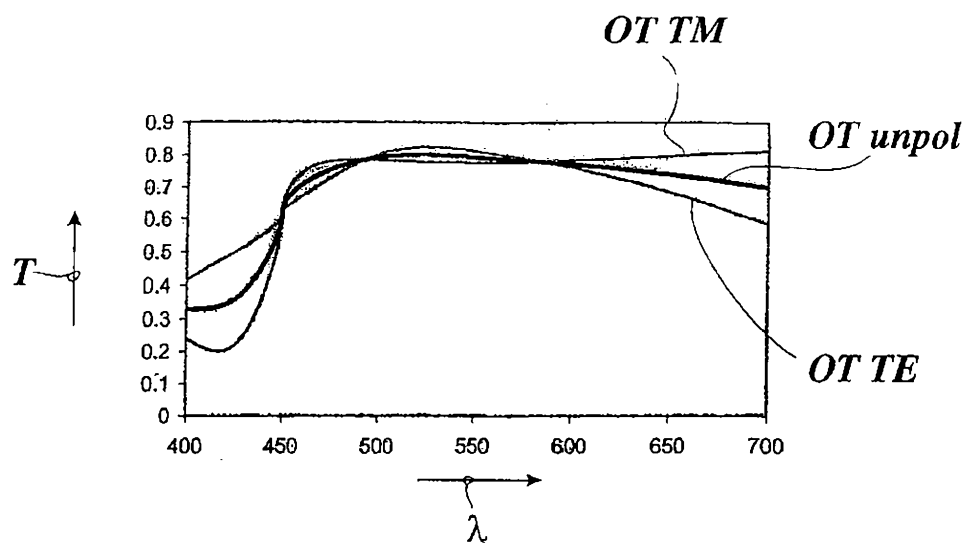


Fig. 9c

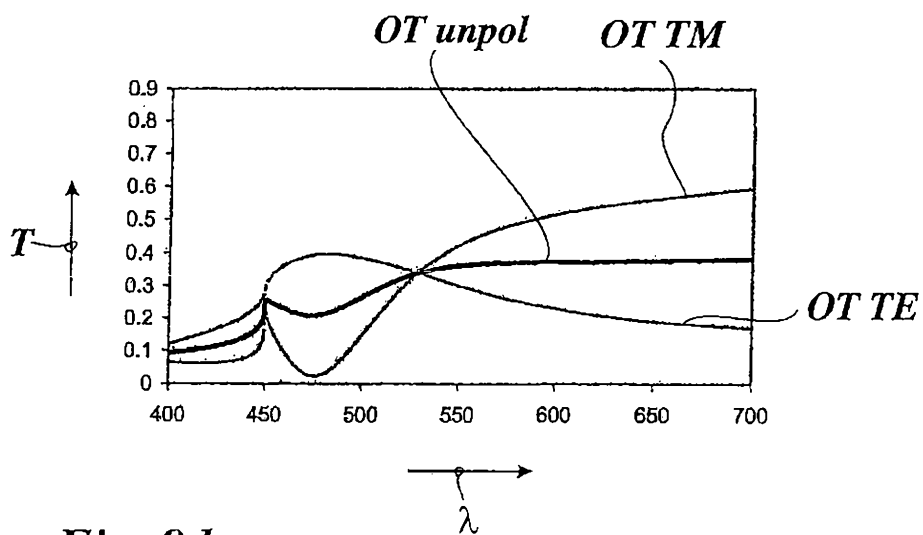


Fig. 9d

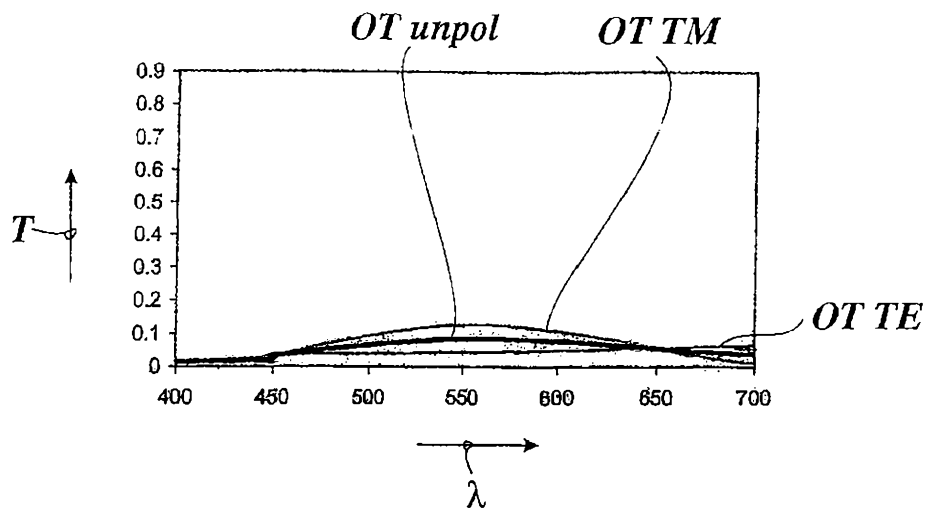


Fig. 9e

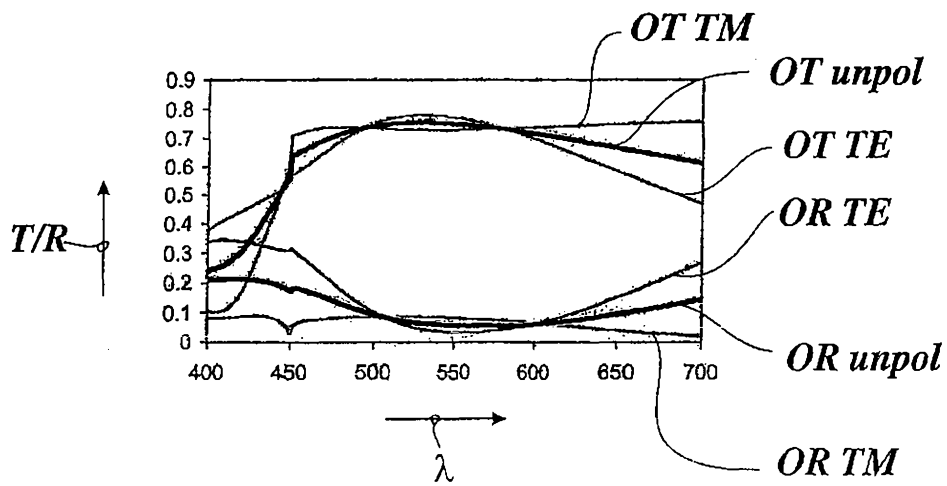
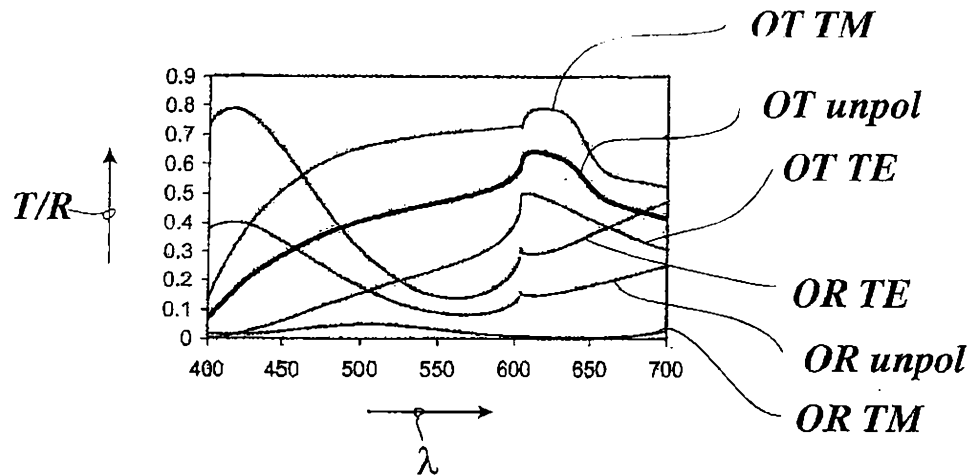
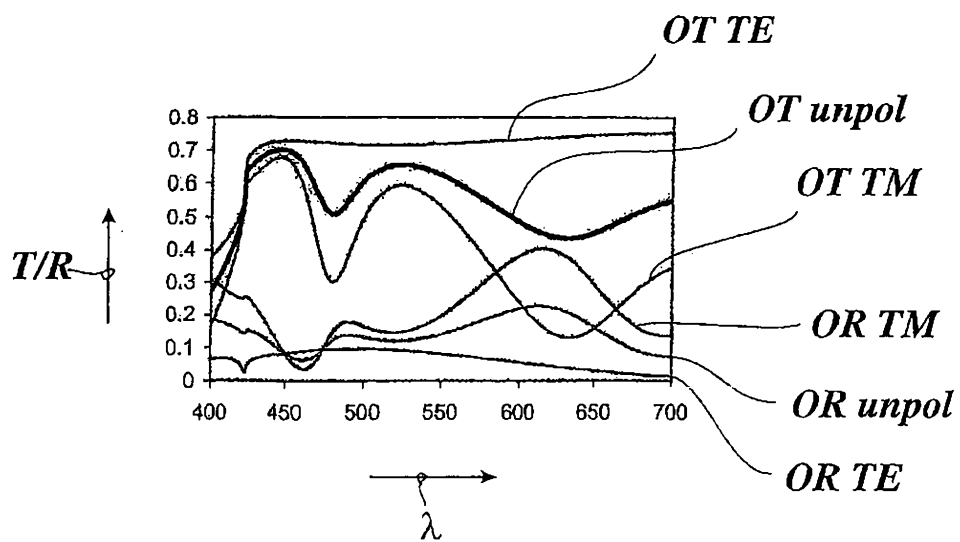


Fig. 10a

*Fig. 10b**Fig. 10c*

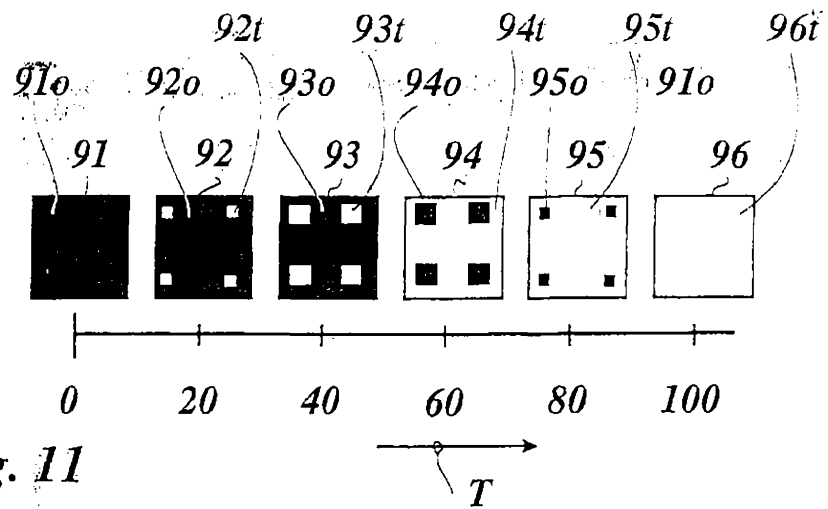


Fig. 11

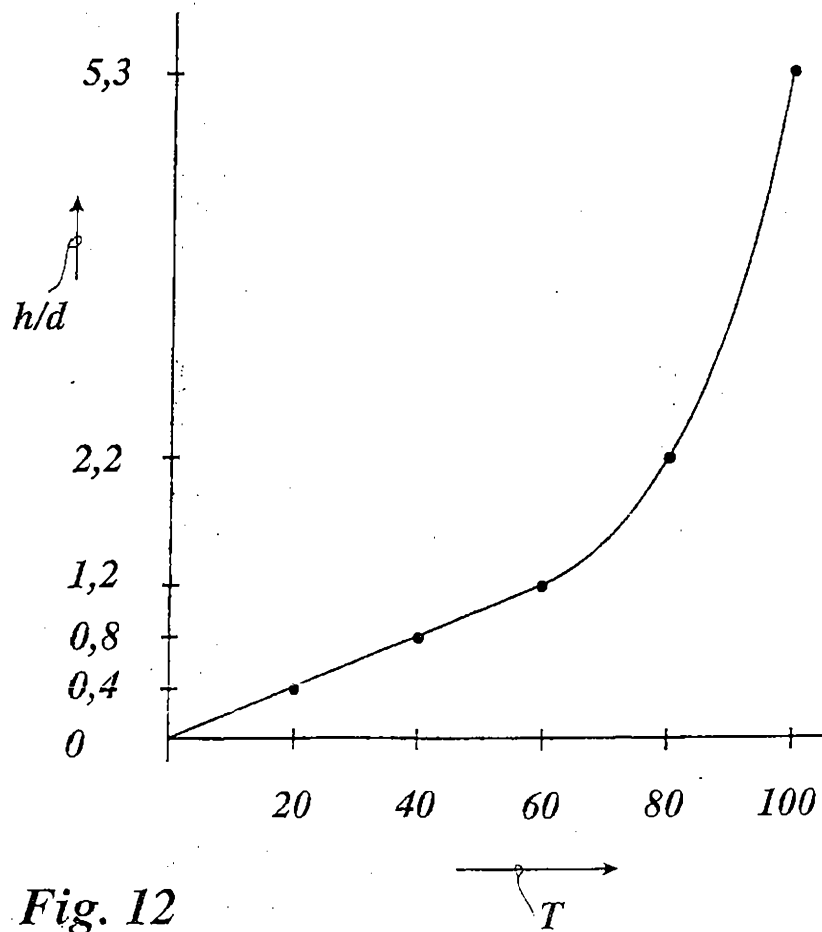


Fig. 12

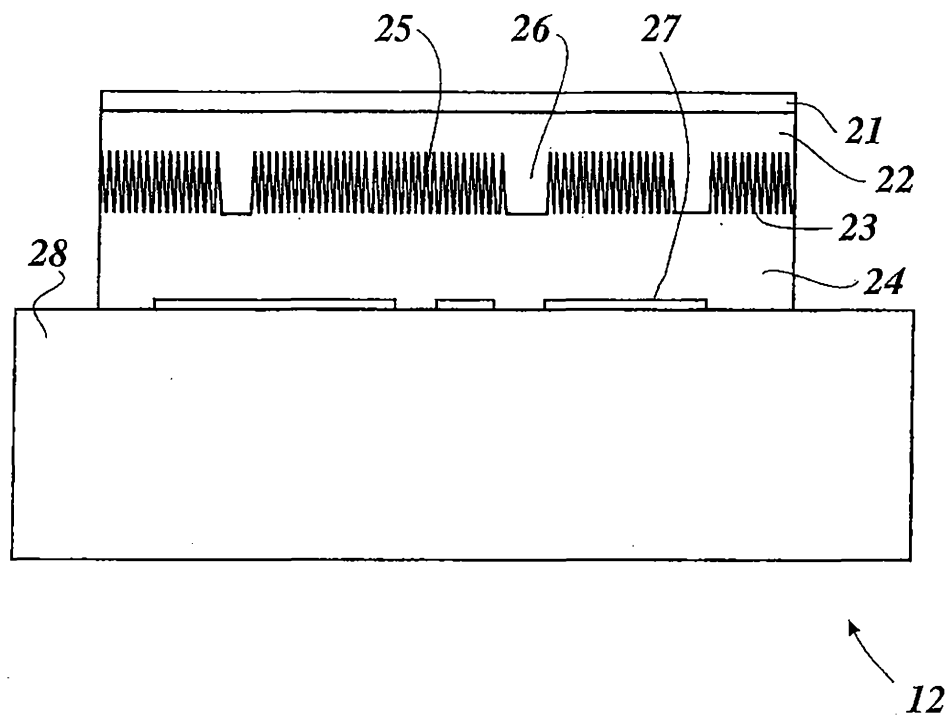


Fig. 13

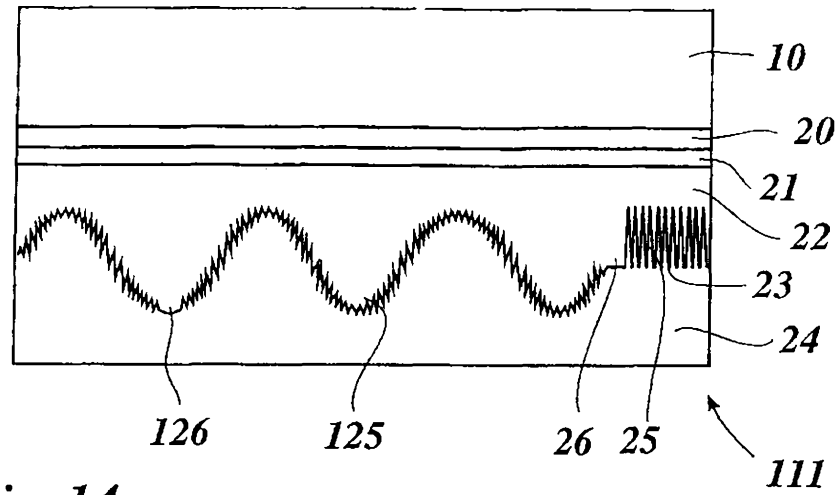


Fig. 14

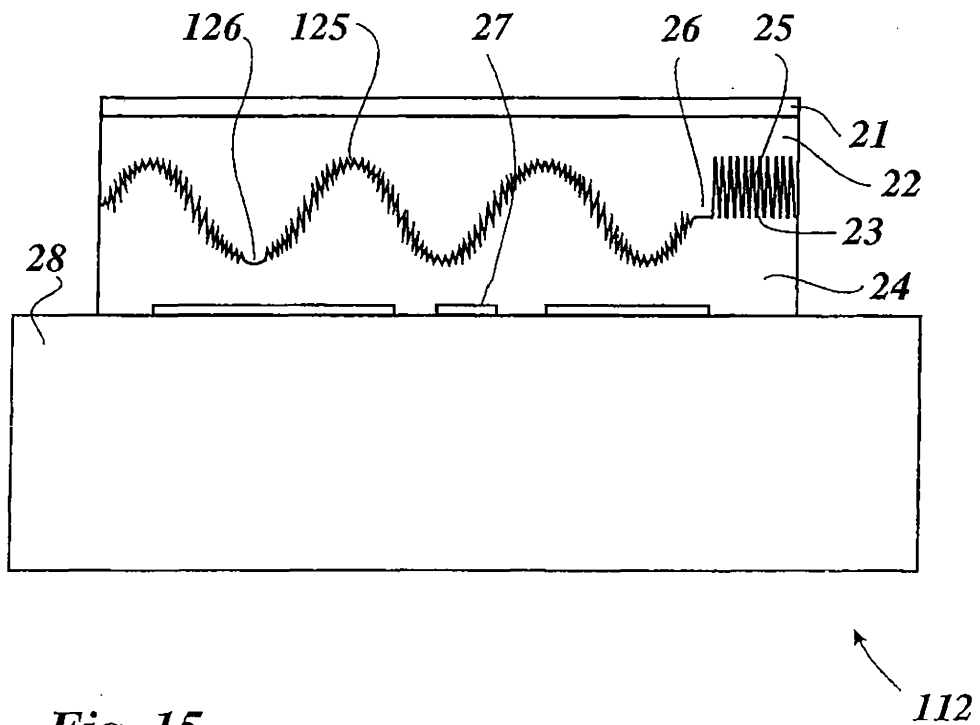


Fig. 15

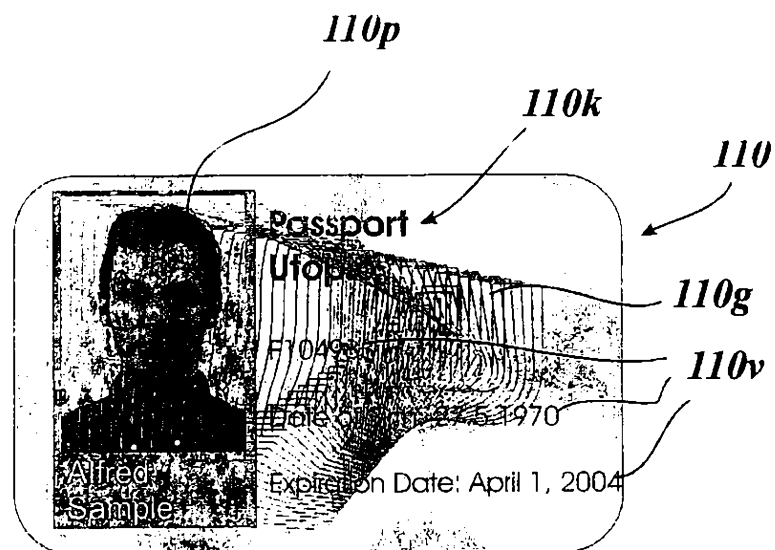


Fig. 16

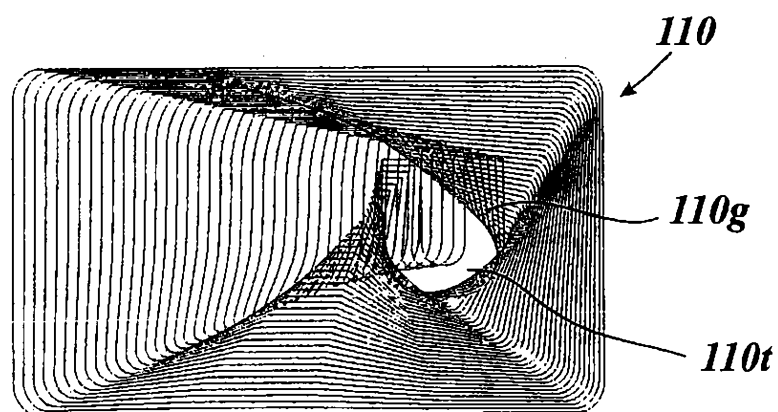


Fig. 17