

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

(21) **PI0610706-0 A2**

(22) Data de Depósito: 18/05/2006
(43) Data da Publicação: 20/07/2010
(RPI 2063)



(51) *Int.Cl.:*
A61B 1/00

(54) Título: **SISTEMA DE IMAGEM ÓTICA SINTÉTICA
E SISTEMA DE APRESENTAÇÃO DE IMAGEM**

(30) Prioridade Unionista: 18/05/2005 US 60/682,231,
20/05/2005 US 60/683,037

(73) Titular(es): NANOVENTIONS HOLDINGS, LLC

(72) Inventor(es): Gregory R. Jordan, Mark J. Hurt, Richard A.
Steenblik

(74) Procurador(es): Flávia Salim Lopes

(86) Pedido Internacional: PCT US2006019810 de 18/05/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/125224 de 23/11/2006

(57) **Resumo:** É fornecido um sistema de apresentação de imagens que emprega elementos icônicos microestruturados para formar uma imagem. Em uma forma, é fornecido um sistema de imagens ópticas sintéticas que inclui um arranjo de elementos de focalização, e um sistema de imagens que inclui ou é formado por um arranjo ou padrão de elementos icônicos microestruturados, tais como aqueles descritos abaixo, em que os elementos icônicos microestruturados são projetados para formar coletivamente uma imagem ou certas informações desejadas, e em que o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagens cooperam, por exemplo, através de acoplamento óptico, para formar uma imagem óptica sintética, a qual pode opcionalmente ser ampliada. Em outra forma, é fornecido um sistema de apresentação de imagens que inclui ou é formado por um arranjo ou padrão de elementos icônicos microestruturados, tais como aqueles descritos abaixo, em que os elementos icônicos microestruturados são projetados para formar coletivamente uma imagem ou certas informações desejadas, e em que o sistema de imagens é projetado para ser autônomo e a imagem é visualizada, ou as informações são lidas, através do uso de um dispositivo de ampliação como, por exemplo, uma lente de aumento ou um microscópio, que é fornecido separadamente do sistema de imagens.

SISTEMA DE IMAGEM ÓTICA SINTÉTICA E SISTEMA DE APRESENTAÇÃO
DE IMAGEM

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica o benefício de e a prioridade
5 para o Pedido de Patente Provisória U.S. N° 60/682.231,
depositado em 18 de maio de 2005 e para o Pedido de Patente
Provisória U.S. N° 60/683.037, depositado em 20 de maio de
2005, cada um dos quais sendo incorporado como referência
em sua totalidade.

10 Campo da Invenção

A presente invenção se refere a um sistema de
apresentação de imagem que, em um exemplo de modalidade, é
formado por elementos de ícone microestruturados em um
filme de polímero. A presente invenção também se refere a
15 um sistema microótico de magnificação sintético que, em um
exemplo de modalidade, é formado como um filme de polímero.
Os efeitos incomuns providos pelas várias modalidades da
descoberta podem ser usados como um dispositivo de
segurança para autenticação evidente e encoberta de papel-
20 moeda, documentos e produtos, bem como melhoria visual de
produtos, embalagem, material impresso e artigos para
consumidor.

Antecedentes

Vários sistemas de apresentação de imagem foram
25 tentados previamente. Os sistemas de apresentação de imagem
típicos envolvem técnicas de impressão convencionais.
Alguns sistemas de apresentação de imagem envolvem
exibições de imagem holográfica e/ou recursos de imagem em
relevo. Estes sistemas todos têm inconvenientes em relação
30 à natureza e à qualidade da imagem exibida. Mais

particularmente, todos eles têm a desvantagem de poderem ser prontamente copiados e, assim, não podem servir como um dispositivo de autenticação ou de segurança.

Vários materiais óticos têm sido empregados para a
5 provisão de sistemas de imagem para autenticação de papel-moeda e documentos, para a identificação e a distinção de produtos autênticos de produtos falsificados, e provisão de melhoria visual de artigos fabricados e embalagens. Os exemplos incluem exibições holográficas e outros sistemas
10 de imagem envolvendo estruturas lenticulares e arranjos de microlentes esféricas. As exibições holográficas se tornaram prevaletentes para uso com cartões de crédito, carteiras de motorista e etiquetas de roupas.

Um exemplo de uma estrutura lenticular para segurança
15 de documento é mostrado na Patente U.S. N° 4.892.336 de Kaule e cols., dirigida a um fio de segurança para embutimento em um documento para a provisão de medidas antifalsificação. O fio de segurança é transparente, tendo um padrão impresso em um lado, no lado oposto, uma
20 estrutura de lente lenticular coordenada com o padrão impresso. A estrutura de lente lenticular é descrita como compreendida por uma pluralidade de lentes cilíndricas paralelas ou, alternativamente, lentes esféricas ou em favo de mel.

25 A Patente U.S. N° 5.712.731 de Drinkwater e cols. mostra um dispositivo de segurança que inclui um arranjo de microimagens acopladas a um arranjo de microlentes substancialmente esféricas. As lentes também podem ser lentes astigmáticas. Cada uma das lentes tipicamente é de
30 50 a 250 μm e com um comprimento focal tipicamente de 200

µm.

Todas estas abordagens sofrem de inconvenientes similares. Elas resultam em uma estrutura relativamente espessa que não é particularmente adequada para uso com autenticação de documento. Seu uso de lentes cilíndricas ou esféricas provê um campo estreito de visão resultando em imagens pouco definidas e requerendo um alinhamento exato e difícil do ponto focal das lentes com às imagens associadas. Adicionalmente, elas não provaram ser particularmente efetivas como medidas de segurança ou antifalsificação.

Tendo em vista estas e outras deficiências, existe uma necessidade na indústria de materiais óticos seguros e visualmente únicos que possam facilitar uma autenticação evidente de papel-moeda, documentos, artigos fabricados e produtos para materiais óticos que provejam melhoria visual de artigos fabricados, produtos e embalagens.

Sumário

A presente exposição se refere a um sistema de apresentação de imagem, tal como um sistema de apresentação de microimagem. Por exemplo, em uma forma, um sistema de imagem ótica sintético pode ser provido, que inclui um arranjo de elementos de focalização e um sistema de imagem que inclui ou é formado a partir de um arranjo ou padrão de elementos de ícone microestruturados, tais como aqueles descritos abaixo, onde os elementos de ícone microestruturados são projetados para coletivamente formarem uma imagem ou uma certa informação desejada, e onde o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagem cooperam, por exemplo, através de um acoplamento

ótico, para a formação de uma imagem ótica sintética, cuja
imagem pode ser opcionalmente magnificada. Em uma outra
forma, um sistema de apresentação de imagem é provido, que
inclui ou é formado por um arranjo ou padrão de elementos
5 de ícone microestruturados, tais como aqueles descritos
abaixo, onde os elementos de ícone microestruturados são
projetados para formarem coletivamente uma imagem ou uma
certa informação selecionada, e onde o sistema de imagem é
projetado para ser independente e ser a imagem vista ou a
10 informação lida pelo uso de um dispositivo de magnificação,
tal como uma lente de aumento ou um microscópio, que é
provido separadamente do sistema de imagem.

A presente exposição também se refere a um material de
filme que utiliza um arranjo bidimensional regular de
15 lentes não cilíndricas para aumento das microimagens,
denominadas ícones aqui, e para a formação de uma imagem
magnificada sinteticamente através da performance unida de
uma multiplicidade de lentes individuais/sistemas de imagem
de ícone. As imagens magnificadas sinteticamente e o fundo
20 circundando-as podem ser sem cores ou coloridas, e qualquer
um dentre ou ambos as imagens e o fundo circundando-as
podem ser transparentes, translúcidos, pigmentados,
fluorescentes, fosforescentes, exibir uma cor variável
oticamente, metalizados ou substancialmente
25 retrorreflexivos. O material exibindo as imagens coloridas
em um fundo transparente ou tingido é particularmente bem
adequado para uso em combinação com uma informação impressa
subjacentes. Quando um pedaço desse material é aplicado
sobre a informação impressa, a informação impressa e as
30 imagens são vistas ao mesmo tempo em uma relação de

movimento espacial ou dinâmica umas com as outras. Um material deste tipo também pode ser sobreimpresso, isto é, ter uma impressão aplicada à superfície mais superior (lente) do material. Alternativamente, o material exibindo
5 imagens coloridas (de qualquer cor, incluindo branco e preto) em um fundo translúcido ou substancialmente opaco de cor diferente é particularmente bem adequado para uso independente ou com uma informação sobreimpressa, não em combinação com uma informação impressa subjacente.

10 A magnitude da magnificação sintética obtida pode ser controlada pela seleção de vários fatores, incluindo o grau de 'inclinação' entre os eixos geométricos de simetria do arranjo de lentes e os eixos geométricos de simetria do arranjo de ícone. Arranjos periódicos regulares possuem
15 eixos geométricos de simetria que definem linhas em torno do que o padrão poderia ser refletido, sem mudança da geometria básica do padrão, que no ideal de arranjos são de extensão infinita. Um arranjo quadrado, por exemplo, pode ser refletido cerca de qualquer diagonal de qualquer
20 quadrado, sem mudança da orientação relativa do arranjo: se os lados dos quadrados forem alinhados com os eixos x e y do plano, então, os lados dos quadrados ainda estarão alinhados com aqueles eixos geométricos após uma reflexão, com a hipótese que todos os lados sejam idênticos e
25 indistinguíveis. Nós nos referimos a esses arranjos como tendo simetria rotacional ou como sendo rotativamente simétricos.

Ao invés de espelhar o arranjo quadrado, o arranjo pode ser rodado através de um ângulo igual ao ângulo entre
30 os eixos geométricos de simetria do mesmo tipo. No caso de

um arranjo quadrado, o arranjo pode ser girado através de um ângulo de 90 graus, o ângulo entre as diagonais, para se chegar a uma orientação de arranjo a qual seja indistinguível do arranjo original. De modo similar, um
5 arranjo de hexágonos regulares pode ser espelhado ou rodado cerca de vários eixos geométricos de simetria, incluindo as "diagonais" do hexágono (as linhas conectando vértices opostos), ou "divisores de ponto médio" (linhas que fazem a conexão entre os pontos centrais de faces em lados opostos
10 do hexágono). O ângulo entre os eixos geométricos de simetria de qualquer tipo é de sessenta graus (60°) e resulta em uma orientação de arranjo que é indistinguível da orientação original.

Se um arranjo de lente e um arranjo de ícone forem
15 inicialmente dispostos com suas dimensões planas definindo seu respectivo plano x-y, um dos eixos geométricos de simetria sendo escolhido para representar o eixo x do primeiro arranjo, o tipo correspondente de eixo geométrico de simetria (por exemplo, o eixo geométrico de simetria da
20 diagonal) sendo escolhido para representar o eixo x do segundo arranjo, com os dois arranjos separados por uma distância substancialmente uniforme na direção de eixo z, então, os arranjos serão ditos como tendo uma inclinação nula, se os eixos x dos arranjos parecerem ser paralelos um
25 ao outro, quando os arranjos forem vistos ao longo da direção do eixo z. No caso de arranjos hexagonais, uma rotação de um arranjo através de um ângulo de 60 graus, ou múltiplos do mesmo, coloca o arranjo em alinhamento de novo, de modo que não haja uma inclinação, exatamente como
30 se não houvesse uma inclinação para uma rotação de 90

graus, ou múltiplos da mesma, no caso de arranjos quadrados. Qualquer desalinhamento angular entre os eixos x que seja diferente destas "rotações de inclinação nula" é denominado a inclinação. Uma inclinação pequena, tal como de 0,06 graus, pode criar uma grande magnificação de mais de 1.000x, e uma inclinação grande, tal como de 20 graus, produz uma magnificação pequena, potencialmente tão pequena quanto 1x. Outros fatores, tais como as escalas relativas dos dois arranjos e o F# da lente, podem afetar a magnificação da imagem simétrica, bem como sua rotação, movimento ortoparalático e profundidade visual aparente.

Há vários efeitos visuais distintos que podem ser providos pelo presente material (subseqüentemente referido como "Unison" para o material em geral, ou pelos nomes "Unison Motion", "Unison Deep", "Unison SuperDeep", "Unison Float", "Unison SuperFloat", "Unison Levitate", "Unison Morph", e "Unison 3-D" para o material Unison apresentando esses respectivos efeitos), e suas várias modalidades produzindo cada um destes efeitos, geralmente descritos como se segue:

O Unison Motion apresenta imagens que mostram um movimento ortoparalático (OPM) - quando o material é inclinado, as imagens se movem em uma direção de inclinação que parece ser perpendicular à direção prevista por uma paralaxe normal. Unison Deep e Unison SuperDeep apresentam imagens que parecem se apoiar em um plano espacial que é visualmente mais profundo do que a espessura do material. Unison Float e Unison SuperFloat apresentam imagens que parecem se apoiar em um plano espacial que está a uma distância acima da superfície do material; e Unison

Levitate apresenta imagens que oscilam de Unison Deep (ou SuperDeep) para Unison Float (ou SuperFloat) conforme o material for rodado através de um dado ângulo (por exemplo, 90 graus), então, retornando para Unison Deep (ou SuperDeep) de novo, conforme o material for adicionalmente rodado pela mesma quantidade. Unison Morph apresenta imagens sintéticas que mudam de forma, formato ou tamanho, conforme o material for rodado ou visto a partir de pontos de vista diferentes. O Unison 3-D apresenta imagens que mostram uma estrutura tridimensional de larga escala, tal como uma imagem ou uma face.

Os múltiplos efeitos do Unison podem ser combinados em um filme, tal como um filme que incorpore múltiplos planos de imagem de Unison Motion que podem ser diferentes na forma, na cor, na direção de movimento e na magnificação. Um outro filme pode combinar um plano de imagem de Unison Deep e um plano de imagem de Unison Float, enquanto ainda um outro filme pode ser projetado para combinar camadas de Unison Deep, Unison Motion e Unison Float, na mesma cor ou em cores diferentes, aquelas imagens tendo os mesmos ou diferentes elementos gráficos. A cor, o design gráfico, o efeito ótico, a magnificação e outros elementos visuais de múltiplos planos de imagem são largamente independentes; com poucas exceções, os planos destes elementos visuais podem ser combinados de formas arbitrárias.

Para muitas aplicações de papel-moeda, documento e segurança de produto, é desejável que a espessura total do filme seja menor do que 50 microns (também referido aqui como "μ" ou "um"), por exemplo, menor do que cerca de 45 microns, e, como um exemplo adicional, na faixa de cerca de

10 microns a cerca de 40 microns. Isto pode ser realizado, por exemplo, através do uso de elementos de focalização tendo um diâmetro de base efetivo de menos de 50 microns, como um exemplo adicional de menos de 30 microns e ainda
5 como um exemplo adicional, de cerca de 10 microns a cerca de 30 microns. Como outro exemplo, um elemento de focalização tendo um comprimento focal de menos de cerca de 40 microns e, como um exemplo adicional tendo um comprimento focal de cerca de 10 a menos de cerca de 30
10 microns, pode ser usado. Em um exemplo particular, os elementos de focalização tendo um diâmetro de base de 35 microns e um comprimento focal de 30 microns podem ser usados. Uma modalidade alternativa híbrida de refrativa / difrativa pode ser feita tão fina quanto 8 microns.

15 Os filmes aqui são altamente resistentes à falsificação por causa de sua estrutura de camada múltipla complexa e de seus elementos de alta razão de aspecto que não são receptivos a uma reprodução pelos sistemas de fabricação comumente disponíveis.

20 Assim, o presente sistema provê um sistema microótico preferencialmente na forma de um filme de polímero tendo uma espessura que, quando vista a olho nu na luz refletiva ou transmitida projeta uma ou mais imagens que:

i. mostram movimento ortoparalático (Unison Motion);

25 ii. parecem ficar em um plano espacial mais profundo do que a espessura do filme de polímero (Unison Deep e Unison SuperDeep);

iii. parecem ficar em um plano espacial acima do filme de polímero (Unison Float e Unison SuperFloat);

30 iv. oscilam entre um plano espacial mais profundo do

que a espessura do filme de polímero e um plano espacial acima da superfície do filme, conforme o filme for rodado de forma azimutal (Unison Levitate);

v. transformam-se de uma forma, um formato, um tamanho, uma cor (ou alguma combinação destas propriedades) em uma forma, um formato, um tamanho, uma cor diferente (ou alguma combinação destas propriedades) (Unison Morph); e/ou

vi. parecem ter uma tridimensionalidade realística (Unison 3-D).

10 Um sistema microótico de magnificação sintético é mostrado, que pode servir, por exemplo, como um dispositivo de segurança ou de autenticação, compreendendo:

(a) uma microimagem compreendida por um arranjo plano periódico rotativo em termos de simetria de uma pluralidade de ícones de imagem tendo um eixo geométrico de simetria em seu plano; e

(b) um arranjo plano periódico de uma pluralidade de elementos de focalização de ícone de imagem tendo uma simetria rotacional e uma periodicidade substancialmente correspondente à simetria rotacional e à periodicidade do arranjo de microimagem e tendo um eixo geométrico de simetria em seu plano, o eixo geométrico de simetria do arranjo de elementos de focalização de ícone de imagem tendo um ângulo selecionado com respeito ao eixo geométrico de simetria correspondente do arranjo plano de microimagem, os elementos de focalização de ícone de imagem incluindo elementos de focalização tendo um diâmetro efetivo de menos de 50 microns ou sendo elementos de focalização de zona múltipla de base poligonal, onde o plano dos elementos de focalização de ícone de imagem é disposto substancialmente

paralelo ao plano dos ícones de imagem a uma distância suficiente dos elementos de focalização de imagem para a formação de uma imagem sintética dos ícones de imagem. O sistema microótico de magnificação sintético da reivindicação 1, onde os elementos de focalização são selecionados a partir do grupo que consiste em lentes não cilíndricas e refletores de focalização não cilíndricos e combinações dos mesmos.

Em uma outra modalidade, um método de produção de um sistema microótico de magnificação sintético e um método para produção de um dispositivo de segurança de documento, cada um compreendendo as etapas de:

(a) provisão de uma microimagem compreendida por um arranjo plano simétrico periódico rotativo de uma pluralidade de ícones de imagem tendo um eixo geométrico de simetria em seu plano; e

(b) provisão de um arranjo plano periódico de uma pluralidade de elementos de focalização de ícone de imagem tendo uma simetria rotacional e uma periodicidade substancialmente correspondentes à simetria rotacional e à periodicidade de arranjo de microimagem e tendo um eixo geométrico de simetria em seu plano, o eixo geométrico de simetria do arranjo de elementos de focalização de ícone de imagem tendo um ângulo selecionado com respeito ao eixo geométrico de simetria correspondente do arranjo plano de microimagem, os elementos de focalização de ícone de imagem incluindo elementos de focalização tendo um diâmetro efetivo de menos de 50 microns; e

(c) disposição do plano de elementos de focalização de ícone de imagem substancialmente paralelo ao plano de

ícones de imagem a uma distância suficiente para que os elementos de focalização formem uma imagem sintética dos ícones de imagem.

Ainda em uma outra modalidade, um método de controle de efeitos óticos em um sistema microótico de magnificação sintético ou em um dispositivo de segurança ou autenticação é mostrado, os efeitos óticos incluindo efeitos de movimento, magnificação, efeitos de profundidade visual ou combinações dos referidos efeitos, o método compreendendo as etapas de:

(a) provisão de uma microimagem compreendida por um arranjo plano simétrico em termos rotativos de uma pluralidade de ícones de imagem tendo um eixo geométrico de simetria em seu plano e tendo um período de repetição selecionado para os ícones de imagem;

(b) provisão de um arranjo plano de uma pluralidade de elementos de focalização de ícone de imagem tendo uma simetria rotacional substancialmente correspondente à simetria rotacional do arranjo de microimagem e tendo um eixo geométrico de simetria em seu plano, o eixo geométrico de simetria do arranjo de elementos de focalização de ícone de imagem tendo um ângulo selecionado com respeito ao eixo geométrico de simetria correspondente do arranjo plano de microimagem, e tendo um período de repetição selecionado para os elementos de focalização, os elementos de focalização de ícone de imagem incluindo elementos de focalização tendo um diâmetro efetivo de menos de 50 microns e sendo elementos de focalização de zona múltipla de base poligonal; e

(c) disposição do plano dos elementos de focalização

de ícone de imagem substancialmente paralelo ao plano dos ícones de imagem a uma distância suficiente para que os elementos de focalização de imagem formem uma imagem sintética dos ícones de imagem;

- 5 (d) no qual a relação do período de repetição dos ícones de imagem para o período de repetição dos elementos de focalização é selecionada a partir do grupo que consiste em menos de 1, substancialmente igual a 1 e maior do que 1, e selecionando se o eixo geométrico de simetria do arranjo plano periódico de microimagem e o eixo geométrico de simetria correspondente do arranjo plano periódico de elementos de focalização de ícone de imagem estão alinhados ou desalinhados.

Em um exemplo de modalidade adicional, um ícone de imagem para uso em um sistema microótico sintético é mostrado, o sistema microótico de magnificação sintético incluindo:

- 15 (a) uma microimagem compreendida por um substrato que tem um arranjo plano de uma pluralidade de ícones de imagem; e

- 20 (b) um arranjo plano de elementos de focalização de ícone de imagem, onde o arranjo plano de elementos de focalização de ícone de imagem é disposto em relação ao arranjo plano de ícones de imagem a uma distância e de uma maneira suficiente para que os elementos de focalização de imagem formem uma imagem sintética dos ícones de imagem;

os ícones de imagem incluindo ícones de imagem formados como recessos no substrato, os recessos formando vazios que são opcionalmente preenchidos com um material provendo um contraste com o substrato.

Um sistema microótico de magnificação sintético ou dispositivo de segurança de documento e métodos de fabricação dos mesmos também são mostrados, compreendendo:

5 (a) uma microimagem compreendida por um arranjo plano de uma pluralidade de ícones de imagem; e

(b) um arranjo plano de elementos de focalização de ícone de imagem, os elementos de focalização incluindo elementos de focalização que são elementos de focalização de zona múltipla de base poligonal.

10 Ainda, um fio de segurança ou de autenticação é mostrado, que compreende:

(a) um material que tem um arranjo periódico de microimagens ou ícones compreendendo recessos preenchidos formados no material;

15 (b) um arranjo periódico de elementos de microfocalização de zona múltipla não cilíndrico, de campo plano, esférico ou de base poligonal dispostos a uma distância suficiente para que os elementos de focalização formem uma imagem sintética das microimagens ou ícones,
20 onde os elementos de microfocalização incluindo elementos de focalização têm um diâmetro de base que varia de cerca de 20 a cerca de 30 microns; e

(c) uma camada de selagem ou obscurecimento pigmentada ou metálica cobrindo o arranjo de microimagens ou ícones.

25 Um dispositivo de segurança de documento ou fio de segurança, particularmente para uso em papel-moeda, é mostrado compreendendo:

(a) uma microimagem compreendida por um arranjo plano simétrico em termos de rotação periódico de uma pluralidade
30 de ícones de imagem tendo um eixo geométrico de simetria em

seu plano; e

(b) um arranjo plano periódico de uma pluralidade de elementos de focalização de ícone de imagem tendo uma simetria rotacional e uma periodicidade substancialmente correspondentes à simetria rotacional e à periodicidade do arranjo de microimagem e tendo um eixo geométrico de simetria em seu plano, o eixo geométrico de simetria do arranjo de elementos de focalização de ícone de imagem tendo um ângulo selecionado com respeito ao eixo geométrico de simetria correspondente do arranjo plano de microimagem, os elementos de focalização de ícone de imagem incluindo elementos de focalização tendo um diâmetro externo efetivo de menos de 50 microns ou sendo elementos de focalização de zona múltipla de base poligonal, onde o plano dos elementos de focalização de ícone de imagem é disposto substancialmente paralelo ao plano dos ícones de imagem a uma distância suficiente para que os elementos de focalização formem uma imagem sintética dos ícones de imagem.

E um sistema ótico de magnificação sintético e de segurança é mostrado compreendendo uma imagem e uma pluralidade de elementos de focalização de imagem, os elementos de focalização e a imagem dispostos em um plano em relação um ao outro, onde, quando o sistema é inclinado cerca de um gerenciador substancialmente paralelo ao plano do sistema, a imagem sintética parece se mover em uma direção paralela ao eixo geométrico de inclinação.

A presente exposição ainda provê um sistema microótico de magnificação sintético e um método de fabrico do mesmo, compreendendo:

(a) um ou mais espaçadores óticos;

(b) uma microimagem compreendida por um arranjo plano periódico de uma pluralidade de ícones de imagem tendo um eixo geométrico de simetria cerca de pelo menos um de seus eixos geométricos planos, e posicionada em ou próxima do espaçador ótico; e

(c) um arranjo plano periódico de elementos de focalização de ícone de imagem tendo um eixo geométrico de simetria em torno pelo menos de um de seus eixos geométricos planos, o eixo geométrico de simetria sendo o mesmo eixo geométrico plano que aquele do arranjo plano de microimagem, cada elemento de focalização sendo um elemento de focalização de zona múltipla de base poligonal, uma lente provendo um campo aumentado de visão pela largura do ícone de imagem associado, de modo que as bordas periféricas do ícone de imagem associado não saiam da visão, ou um elemento de focalização esférico que tem um diâmetro efetivo de menos de 50 microns.

O sistema pode incluir um ou mais dos efeitos mencionados anteriormente. Um método é provido, pelo qual os referidos efeitos podem ser seletivamente incluídos no sistema.

A presente exposição ainda provê um dispositivo de segurança adequado para pelo menos uma incorporação parcial em ou sobre, e para uso no ou em associação com um documento de segurança, um rótulo, uma fita de rasgar, um dispositivo de indicação de violação, um dispositivo de selagem ou outro dispositivo de autenticação ou segurança, o qual compreende pelo menos um sistema microótico, conforme definido acima. Mais particularmente, a presente

exposição provê um dispositivo de documento de segurança e um método de fabrico do mesmo, compreendendo:

(a) um ou mais espaçadores óticos;

(b) uma microimagem compreendida por um arranjo plano periódico de uma pluralidade de ícones de imagem tendo um eixo geométrico de simetria cerca de pelo menos um de seus eixos geométricos planos, e posicionada em ou próxima do espaçador ótico; e

(c) um arranjo plano periódico de elementos de focalização de ícone de imagem tendo um eixo geométrico de simetria em torno pelo menos de um de seus eixos geométricos planos, o eixo geométrico de simetria sendo o mesmo eixo geométrico plano que aquele do arranjo plano de microimagem, cada elemento de focalização sendo um elemento de focalização de zona múltipla de base poligonal, uma lente provendo um campo aumentado de visão pela largura do ícone de imagem associado, de modo que as bordas periféricas do ícone de imagem associado não saiam da visão, ou um elemento de focalização esférico que tem um diâmetro efetivo de menos de 50 microns.

Adicionalmente, a presente exposição provê um dispositivo de melhoria visual o qual compreende pelo menos um sistema microótico, conforme definido acima e tendo os efeitos descritos acima para melhoria visual de roupas, produtos para a pele, documentos, matéria impressa, artigos fabricados, embalagem, expositores de ponto de compra, publicações, dispositivos de propaganda, artigos esportivos, documentos financeiros e cartões de transação, e todos os outros artigos.

Também é provido um documento de segurança ou rótulo

tendo pelo menos um dispositivo de segurança, conforme definido acima, pelo menos parcialmente embutido ali e/ou montado nele.

Outros recursos e vantagens da presente exposição
5 serão evidentes para alguém de conhecimento comum a partir da descrição detalhada a seguir e dos desenhos associados.

Outros sistemas, dispositivos, métodos, recursos e vantagens serão ou se tornarão evidentes para alguém com conhecimento na técnica mediante um exame dos desenhos a
10 seguir e da descrição detalhada. Pretende-se que todos esses sistemas adicionais, métodos, recursos e vantagens sejam incluídos nesta descrição, estejam no escopo da presente exposição e sejam protegidos pelas reivindicações associadas.

15 A menos que definido de outra forma, todos os termos técnicos e científicos usados aqui têm o mesmo significado que o comumente entendido por alguém de conhecimento comum na técnica à qual a invenção se refere. Todas as publicações, pedidos de patente, patente e outras
20 referências mencionados aqui são incorporados como referência em sua totalidade. No caso de conflito, o presente relatório descritivo, incluindo definições, controlará. Além disso, os materiais, métodos e exemplos são ilustrativos apenas e não são pretendidos para serem
25 limitantes.

Breve Descrição das Figuras:

Muitos aspectos da exposição podem ser mais bem entendidos com referência aos desenhos. Os componentes nos desenhos não estão necessariamente em escala, a ênfase
30 sendo posta, ao invés disso, na ilustração clara dos

princípios da presente exposição. Mais ainda, nos desenhos, números de referência iguais designam partes correspondentes por todas as várias vistas.

5 A Fig. 1a é uma seção transversal de um sistema microótico exemplificando uma modalidade da presente exposição provendo um movimento ortoparalático das imagens do sistema.

A Fig. 1b é uma vista em corte isométrica da modalidade da Fig. 1a.

10 A Fig. 2a ilustra um efeito de movimento de imagem sintética ortoparalático da modalidade das Fig. 1a-b.

As Fig. 2b a c ilustram os efeitos visuais das modalidades Deep e Float do presente sistema.

15 As Fig. 2d a f ilustram os efeitos visuais obtidos pela rotação de uma modalidade Levitate do presente sistema.

20 As Fig. 3a a i são vistas planas que mostram várias modalidades e fatores de preenchimento de padrões diferentes de arranjos bidimensionais simétricos de lentes do presente sistema.

A Fig. 4 é um gráfico que ilustra diferentes combinações de efeitos de modalidade Deep, Unison, Float e Levitate produzidos por uma variação da relação de período de elemento de ícone/período de lente.

25 As Fig. 5a a c são vistas planas que ilustram como a magnificação sintética dos ícones de imagem pode ser controlada pelo ângulo relativo entre os eixos geométricos de arranjo de lente e de arranjo de ícone do presente sistema.

30 As Fig. 6a a c são vistas planas que ilustram um

efeito de transmutação de imagens sinteticamente magnificadas do presente sistema.

As Fig. 7a a c são seções transversais mostrando várias modalidades da camada de ícone do presente sistema.

5 As Fig. 8a a b são vistas planas que ilustram modalidades de ícone 'positivo' e 'negativo'.

A Fig. 9 é uma vista em seção transversal que ilustra uma modalidade de um material de nível múltiplo para a criação de regiões de uma imagem magnificada sinteticamente
10 tendo propriedades diferentes.

A Fig. 10 é uma vista em seção transversal que ilustra uma outra modalidade de um material de nível múltiplo para a criação de regiões de uma imagem magnificada sinteticamente tendo propriedades diferentes.

15 As Fig. 11a a b são vistas em seção transversal que mostram modalidades de ótica refletiva e ótica estenopeica do presente sistema.

As Fig. 12a a b são vistas em seção transversal comparando as estruturas de uma modalidade de material todo refrativo com uma modalidade híbrida de material refrativo
20 / reflexivo.

A Fig. 13 é uma vista em seção transversal que mostra, 'descascar para revelar', uma modalidade de material de indicação de violação.

25 A Fig. 14 é uma vista em seção transversal que ilustra, 'descascar para mudar', uma modalidade de material de indicação de violação de.

As Fig. 15a a d são vistas em seção transversal que mostram várias modalidades de sistemas de dois lados.

30 As Fig. 16a a f são vistas em seção transversal e

vistas planas correspondentes ilustrando três métodos diferentes para a criação de uma escala de cinza ou padrões de elemento de ícone e imagens magnificadas sinteticamente subseqüentes pelo presente sistema.

5 As Fig. 17a a d são vistas em seção transversal que mostram o uso do presente sistema em conjunto com uma informação impressa.

10 As Fig. 18a a f são vistas em seção transversal que ilustram a aplicação do presente sistema a, ou uma incorporação em vários substratos e em combinação com uma informação impressa.

15 As Fig. 19a a b são vistas em seção transversal comparando o campo de visão em foco de uma lente esférica com aquele de uma lente asférica de campo plano, quando cada uma for incorporada no presente sistema.

 As Fig. 20a a c são vistas em seção transversal que ilustram dois benefícios de utilidade, os quais resultam do uso de uma camada de ícone espessa no presente sistema.

20 A Fig. 21 é uma vista plana que mostra a aplicação do presente sistema a um papel-moeda como um fio de segurança "em janela".

 A Fig. 22 ilustra a modalidade de movimento ortoparalático do presente sistema em relação a um fio de segurança "em janela".

25 A Fig. 23 ilustra uma autotípia de uma imagem sintética do presente sistema.

30 A Fig. 24a ilustra o uso do presente sistema para a criação de imagens sintéticas combinadas que são menores na dimensão do que o menor recurso das imagens sintéticas individuais.

A Fig. 24b ilustra o uso do presente sistema para a criação de padrões estreitos de espaços entre elementos de imagem de ícone.

5 A Fig. 25 ilustra a incorporação de uma informação oculta encoberta em imagens de ícone do presente sistema.

A Fig. 26 ilustra a criação de imagens plenamente tridimensionais com o presente sistema.

A Fig. 27 ilustra o método de projeto de imagens de ícone para a modalidade tridimensional da Fig. 26.

10 A Fig. 28 ilustra a imagem de ícone resultante do método da Fig. 27.

A Fig. 29 ilustra como o método da Fig. 27 pode ser aplicado a uma imagem sintética tridimensional complexa.

15 A Fig. 30 ilustra as propriedades focais de zona central de uma lente multizona de base hexagonal de exemplo tendo um diâmetro efetivo de 28 microns.

A Fig. 31 ilustra as propriedades focais de zona central de uma lente esférica tendo um diâmetro de 28 microns.

20 A Fig. 32 ilustra a performance das zonas laterais da lente hexagonal da Fig. 30.

A Fig. 33 ilustra a performance das zonas externas da lente esférica da Fig. 31.

25 As Fig. 34a, b ilustram modalidades alternativas de elementos de ícone microestruturados.

As Fig. 35a, b ilustram os elementos de ícone microestruturados das Fig. 34a, b ainda incluindo um material de revestimento.

30 As Fig. 36a, b ilustram os elementos de ícone microestruturados das Fig. 34a, b ainda incluindo um

material de revestimento laminado.

As Fig. 37a a c ilustram os elementos de ícone positivos e negativos.

As Fig. 38a a c ilustram os elementos de ícone microestruturados preenchidos e revestidos.

As Fig. 39a a c ilustram a aplicação e a combinação de materiais de revestimento padronizados aos elementos de ícone microestruturados das Fig. 34a, b.

As Fig. 40a a c ilustram o uso de um material de revestimento padronizado para a criação de elementos de ícone microestruturados.

As Fig. 41a, b ilustram uma modalidade de "tranca e chave" do sistema microóptico mostrado aqui.

A Fig. 42 ilustra uma modalidade alternativa da modalidade de "tranca e chave" da Fig. 41.

A Fig. 43 ilustra uma modalidade adicional da modalidade de "tranca e chave" da Fig. 41.

As Fig. 44a, b ilustram uma modalidade imersível do sistema microóptico mostrado aqui.

As Fig. 45a, b ilustram uma modalidade alternativa da modalidade imersível das Fig. 44a, b.

A Fig. 46 ilustra uma modalidade do presente sistema microóptico dependente de um ângulo de visualização azimutal.

A Fig. 47 ilustra uma modalidade alternativa do sistema microóptico da Fig. 46.

As Fig. 48a a f ilustram um método de criação de elementos de ícone microestruturados preenchidos para uso em uma modalidade do presente sistema microóptico.

30 Descrição Detalhada das Modalidades

Uma referência é feita, agora, em detalhes, à descrição das modalidades, conforme ilustrado nas figuras. Embora várias modalidades sejam descritas em relação a estas figuras, não há intenção de limitar a invenção à modalidade ou às modalidades mostradas aqui. Ao contrário, a intenção é cobrir todas as alternativas, modificações e equivalentes.

No interesse da brevidade e para se evitarem explicações repetitivas, todas as referências subseqüentes aos termos a seguir são para serem entendidas como aqui definidas, explicadas e detalhadas. Por conveniência, os termos definidos são subseqüentemente impressos em negrito quando de sua primeira instância de uso na descrição de uma modalidade em particular.

Material de preenchimento de ícone - qualquer material usado para preenchimento de elementos de ícone microestruturados. Um material de preenchimento de ícone pode ser um gás, um líquido, gel, pó, sólido, uma emulsão, uma suspensão, um material compósito e combinações dos mesmos. O material de preenchimento de ícone tipicamente provê algumas propriedades que são diferentes de forma mensurável ou detectável do material de camada de ícone circundante. Estas propriedades diferentes podem prover efeitos óticos, ou elas podem prover propriedades que permitam uma detecção de não contato ou uma autenticação do material, ou ambas. As combinações de materiais podem ser usadas para materiais de preenchimento de ícone para a provisão de uma multiplicidade de propriedades de elemento de ícone desejáveis.

As propriedades de material de materiais de

preenchimento de ícone que podem produzir os efeitos óticos desejáveis incluem, mas não se limitam a: transparência, opacidade, índice de refração, dispersão cromática, propriedades de dispersão, perolescência (medida de brilho perolado), opalescência, iridescência, reflexão de cor e absorção de cor, refletividade, propriedades de polarização linear, circular e elíptica, propriedades de Raman ou de Rayleigh, rotação ótica, fluorescência, luminescência, fosforescência, efeitos de dois fótons, termocromicidade, 10 piezocromicidade, fotocromicidade, triboluminescência, eletroluminescência, eletrocromicidade e magnetocromicidade. Os materiais de preenchimento de ícone podem obter estas propriedades como materiais puros ou como misturas, compostos, suspensões ou outras combinações de 15 uma multiplicidade de materiais.

As propriedades de material de materiais de preenchimento de ícone que podem produzir as propriedades de detecção de não contato ou autenticação incluem, mas não se limitam a: reatividade magnética, magnetização, 20 separação de carga elétrica, reatividade elétrica, condutividade elétrica, condutividade térmica, resistência dielétrica, fluorescência, luminescência, fosforescência, efeitos de dois fótons, ressonância magnética nuclear, transparência, opacidade, índice de refração, dispersão cromática, propriedades de dispersão, perolescência (medida 25 de brilho perolado), opalescência, iridescência, reflexão de cor e absorção de cor, refletividade, propriedades de polarização linear, circular e elíptica, propriedades de Raman ou de Rayleigh, radioatividade, radioativação, 30 rotação ótica, fluorescência, luminescência,

fosforescência, efeitos de dois fótons, termocromicidade, piezocromicidade, fotocromicidade, triboluminescência, eletroluminescência, eletrocromicidade e magnetocromicidade.

5 O material de preenchimento de ícone preferencialmente pode incluir um material carreador, tal como um monômero, um oligômero, ou materiais de polímero, e combinações dos mesmos, que é curado em solvente, curado termicamente, curado com oxidação, curado com reação ou curado com
10 radiação. Um exemplo de fotopolímero curado com radiação é o fotopolímero U107 da Lord Industries.

As propriedades de detecção de não contato e de autenticação de não contato óticas do material carreador de preenchimento de ícone podem ser modificadas pela mistura
15 ou combinação dele com qualquer um dos seguintes (por exemplo, mas não se limitando a estes materiais): corantes, agentes de coloração, pigmentos, materiais em pó, tintas, minerais em pó, materiais e partículas magnéticos, materiais e partículas magnetizados, materiais e partículas
20 reativos magneticamente, fósforos, cristais líquidos, polímeros de cristal líquido, negro de carvão ou outros materiais de absorção de luz, dióxido de titânio ou outros materiais de dispersão de luz, cristais fotônicos, cristais não lineares, nanopartículas, nanotubos, "buckeyballs"
25 (nanoesferas de carbono), "buckeytubes" (nanotubos de carbono), materiais orgânicos, materiais peroléscentes, pérolas em pó, materiais de interferência de camada múltipla, materiais opalescentes, materiais iridescentes, materiais ou pós de índice de refração baixo, materiais ou
30 pós de índice de refração alto, pó de diamante, materiais

de cor estruturais, materiais de polarização, materiais de rotação de polarização, materiais fluorescentes, materiais fosforescentes, materiais termocrômicos, materiais piezocrômicos, materiais fotocrômicos, materiais triboluminescentes, materiais eletroluminescentes, materiais eletrocrômicos, materiais e partículas magnetocrômicos, materiais radioativos, materiais radioativáveis, materiais de separação de carga de eletreto, combinações dos mesmos. Um material de preenchimento de ícone de exemplo inclui um carreador de fotopolímero, tal como o U107 da Lord Industries, que é moído com um pó de pigmento de submícron para a formação de uma "tinta" espessa.

Outras propriedades, materiais, métodos, meios e combinações dos mesmos não explicitamente ensinados aqui são entendidos como estando incluídos no escopo desta invenção, já que eles seriam óbvios para um trabalhador versado na técnica.

Material de revestimento - qualquer material usado para o revestimento de uma camada de ícone ou de um material de preenchimento de ícone, ou para revestimento de qualquer camada de um sistema de magnificação de moiré, incluindo, mas não se limitando a, as lentes, o plano de ícone, a camada de ícone, ou qualquer camada interna ou externa às lentes, camada de ícone, substrato ou substrato transparente.

Os materiais de revestimento tipicamente provêm algumas propriedades que podem ser detectadas diferentes das propriedades dos outros materiais na camada de ícone, no material de preenchimento de ícone, substrato, substrato

transparente ou camada de lente. Estas propriedades diferentes podem prover efeitos óticos ou eles podem prover propriedades que permitem uma detecção ou autenticação de não contato do material, ou ambas. As combinações de materiais podem ser usadas para materiais de revestimento para a provisão de uma multiplicidade de propriedades de material de revestimento desejáveis.

As propriedades de material de materiais de revestimento que podem produzir efeitos óticos desejáveis incluem, mas não estão limitadas a: transparência, opacidade, índice de refração, dispersão cromática, propriedades de dispersão, perollescência (medida de brilho perolado), opalescência, iridescência, reflexão de cor e absorção de cor, refletividade, propriedades de polarização linear, circular e elíptica, propriedades de Raman ou de Rayleigh, rotação ótica, fluorescência, luminescência, fosforescência, efeitos de dois fótons, termocromicidade, piezocromicidade, fotocromicidade, triboluminescência, eletroluminescência, eletrocromicidade e magnetocromicidade. Os materiais de revestimento podem obter estas propriedades como materiais puros ou como misturas, compostos, suspensões ou outras combinações de uma multiplicidade de materiais.

Os métodos adequados para aplicação de materiais de revestimento dependem de muitos fatores, incluindo das propriedades de material e da função desejada ou do efeito do material. Metais, óxidos de metal, revestimentos de semicondutor e combinações dos mesmos podem ser aplicados por reações de redução a úmido (como em uma prateação a úmido), deposição química, eletrodeposição, deposição com

vapor, desintegração e deposição de catodo, aspersão de plasma, epitaxia de feixe molecular, estampagem a quente, transferência de folha, laminação ou outros meios adequados e bem conhecidos e combinações dos mesmos. Os materiais de revestimento que incorporam um material carreador líquido podem ser aplicados por revestimento a úmido, aspersão, impressão, laminação, reação química na superfície de ícone, jato de tinta, eletroimpressão, mergulho, revestimento com menisco, revestimento com onda, revestimento reativo e outros meios adequados e bem conhecidos e combinações dos mesmos. Os materiais de revestimento de filme ou à base de folha podem ser aplicados por estampagem a quente, transferência de folha, laminação e outros meios adequados e bem conhecidos e combinações dos mesmos.

Os materiais de revestimento preferencialmente podem ser um metal evaporado ou desintegrado e depositado, tais como alumínio, ouro, ou prata, ou óxidos de metal, tal como óxido de índio - estanho ou óxido de ferro. Os materiais de revestimento incorporando um material de preenchimento podem incluir, preferencialmente, um material carreador, tais como um monômero, um oligímero ou materiais de polímero, e combinações dos mesmos, que seja curado em solvente, curado termicamente, curado com oxidação, curado com reação ou curado com irradiação. Um fotopolímero curado com radiação de exemplo é o fotopolímero U107 da Lord Industries.

As propriedades de detecção de não contato e de autenticação de não contato óticas de um material carreador de revestimento podem ser modificadas pela mistura ou

combinação dele com qualquer um dos seguintes (por exemplo, mas não limitando a estes materiais): corantes, agentes de coloração, pigmentos, materiais em pó, tintas, minerais em pó, materiais e partículas magnéticos, materiais e partículas magnetizados, materiais e partículas reativos magneticamente, fósforos, cristais líquidos, polímeros de cristal líquido, negro de carvão ou outros materiais de absorção de luz, dióxido de titânio ou outros materiais de dispersão de luz, cristais fotônicos, cristais não lineares, nanopartículas, nanotubos, "buckeyballs" (nanoesferas de carbono), "buckeytubes" (nanotubos de carbono), materiais orgânicos, materiais peroléscentes, pérolas em pó, materiais de interferência de camada múltipla, materiais opalescentes, materiais iridescentes, materiais ou pós de índice de refração baixo, materiais ou pós de índice de refração alto, pó de diamante, materiais de cor estruturais, materiais de polarização, materiais de rotação de polarização, materiais fluorescentes, materiais fosforescentes, materiais termocrômicos, materiais piezocrômicos, materiais fotocrômicos, materiais triboluminescentes, materiais eletroluminescentes, materiais eletrocrômicos, materiais e partículas magnetocrômicos, materiais radioativos, materiais radioativáveis, materiais de separação de carga de eletreto, combinações dos mesmos. Um material de preenchimento de ícone de exemplo inclui um carreador de fotopolímero, tal como o U107 da Lord Industries, que é moído com um pó de pigmento de submícron para a formação de uma "tinta" espessa.

Os materiais de revestimento também podem ser

selecionados para a provisão de propriedades físicas, químicas, mecânicas, "priming" (aplicação de camada de base), ou de promoção de adesão.

Outras propriedades, materiais, métodos, meios e combinações dos mesmos não explicitamente ensinados aqui são entendidos como estando incluídos no escopo desta invenção, já que eles seriam óbvios para um trabalhador versado na técnica.

Elemento de ícone positivo - um elemento gráfico de um desenho de ícone ou padrão, onde padrões de objeto do elemento de ícone, tais como caracteres ou logotipos, são pigmentados, coloridos, metalizados ou distinguidos, de outra forma, do fundo do elemento de ícone. Em geral, no processo de fabricação, os padrões de objeto de um elemento de ícone positivo obterão suas propriedades de distinção antes de quaisquer propriedades de distinção obtidas ou aplicadas ao fundo de um elemento de ícone positivo.

Imagem positiva - a imagem ou imagem sintética formada pelos elementos de ícone positivos.

Elemento de ícone negativo - um elemento gráfico de um desenho de ícone ou padrão, onde o fundo do elemento de ícone é pigmentado, colorido, metalizado ou distinguido de outra forma dos padrões de objeto do elemento de ícone, tais como caracteres ou logotipos. Em geral, no processo de fabricação, o fundo de um elemento de ícone negativo obterá suas propriedades de distinção antes de quaisquer propriedades de distinção obtidas ou aplicadas aos padrões de objeto de um elemento de ícone negativo.

Imagem negativa - a imagem ou imagem sintética formada por elementos de ícone negativos.

Padrões de objeto do/de um elemento de ícone - os elementos gráficos discretos e delimitados de um projeto ou padrão de ícone, tais como caracteres ou logotipos. Em geral, os padrões de objeto de um elemento de ícone preferencialmente são delimitados por um, dois ou três elementos de ícone ou padrões, mas podem ser delimitados com mais.

Fundo do/de um elemento de ícone - as regiões não delimitadas de um projeto de ícone ou padrão que circundam os padrões de objeto. Em geral, o fundo de um elemento de ícone ou padrões é contínuo através de múltiplos elementos de ícone ou padrões.

Camada de ícone - uma camada substancialmente plana de microimpressão que pode ser inicialmente aplicada a uma face de um substrato ou de um substrato transparente, ou pode ser uma camada independente. Uma ampla variedade de materiais pode ser usada para a camada de ícone, incluindo, mas não se limitando a, polímeros de termofixação, polímeros termoformáveis, polímeros fundidos, polímeros fundidos reativos, polímeros curados com radiação, biopolímeros, gelatinas, amidos, açúcares, polímeros de silicone, filmes de polímero de dielétrico de camada múltipla, polímeros fundidos com solvente, polímeros moldados por compressão, polímeros moldados por injeção, polímeros em relevo, vidros, óxidos de metal, diamante, óxido de alumínio, fotopolímeros, fotorresistências, revestimentos impressos com tinta ou padronizados, revestimentos impressos com jato de tinta, revestimentos eletroimpressos e combinações dos mesmos.

Um material de camada de ícone de exemplo é um

fotopolímero, tal como o fotopolímero U107 da Lord Industries. Uma camada de ícone pode ser um material único ou pode incorporar corantes, agentes de coloração, pigmentos, materiais em pó, tintas, minerais em pó, materiais e partículas magnéticos, materiais e partículas magnetizados, materiais e partículas magneticamente reativas, fósforos, cristais líquidos, polímeros de cristal líquido, negro de carvão ou outros materiais de absorção de luz, dióxido de titânio ou outros materiais de dispersão de luz, cristais fotônicos, cristais não lineares, nanopartículas, nanotubos, "buckeyballs" (nanoesferas de carbono), "buckeytubes" (nanotubos de carbono), materiais orgânicos, materiais peroléscentes, pérolas em pó, materiais de interferência de camada múltipla, materiais opalescentes, materiais iridescentes, materiais ou pós de índice de refração baixo, materiais ou pós de índice de refração alto, pó de diamante, materiais de cor estruturais, materiais de polarização, materiais de rotação de polarização, materiais fluorescentes, materiais fosforescentes, materiais termocrômicos, materiais piezocrômicos, materiais fotocrômicos, materiais triboluminescentes, materiais eletroluminescentes, materiais eletrocrômicos, materiais e partículas magnetocrômicos, materiais radioativos, materiais radioativáveis, materiais de separação de carga de eletreto, combinações dos mesmos, e outros materiais adequados que podem melhorar ou alterar suas propriedades óticas, elétricas, magnéticas, de ressonância magnética nuclear e outras propriedades físicas.

Um material de camada de ícone de exemplo é o

fotopolímero U107 da Lord Industries. Outras propriedades, materiais, métodos, meios e combinações dos mesmos não explicitamente ensinados aqui são entendidos como estando incluídos no escopo desta invenção, já que eles seriam
5 óbvios para um trabalhador versado na técnica.

Elementos de imagem de ícone microestruturados - os elementos de ícone tendo um relevo físico ou uma microestrutura que podem ser formados em uma camada de ícone por muitos meios adequados, incluindo termoformação, fundição, moldagem por compressão, moldagem por injeção, formação de relevo, exposição e revelação de radiação padronizada, exposição e revelação a laser, impressão com jato de tinta, eletroimpressão, impressão, gravação, eletroformação, traçado com régua, exposição fotográfica,
10 holográfica e a laser de uma emulsão fotossensível combinada com processos de endurecimento e ataque químico ou inchamento bem conhecidos, processos de uso de máscara e deposição, ataque químico com uso de máscara e químico, uso de máscara e ataque químico de íon reativo, uso de máscara e usinagem com feixe de íons, microusinagem, usinagem a laser e ablação a laser, exposição e revelação com fotopolímero, e outros meios adequados e combinações dos mesmos.
15

Os elementos de ícone microestruturados preferencialmente são formados por fundição de um fotopolímero líquido entre um substrato de polímero (usualmente PET) e uma ferramenta de elementos de imagem de ícone microestruturados de níquel, cura com radiação do referido fotopolímero e descascamento do referido substrato
25 de polímero com o fotopolímero curado afixado da referida
30

ferramenta de elementos de imagem de ícone microestruturados de níquel.

Outras propriedades, materiais, métodos, meios e combinações dos mesmos não explicitamente ensinados aqui são entendidos como estando incluídos no escopo desta invenção, já que eles seriam óbvios para um trabalhador versado na técnica.

Ferramentas de elementos de imagem de ícone microestruturados e métodos - as ferramentas e os métodos

usados para a formação dos elementos de imagem de ícone microestruturados em uma camada de ícone por termoformação, fundição, moldagem por compressão, moldagem por injeção, formação de relevo, exposição e revelação de radiação padronizada, exposição e revelação a laser, eletroformação, e exposição e revelação de fotopolímero. As referidas ferramentas podem ser criadas por muitos meios similares e adequados, incluindo termoformação, fundição, moldagem por compressão, moldagem por injeção, formação de relevo, exposição e revelação de radiação padronizada, exposição e revelação a laser, impressão com jato de tinta, eletroimpressão, impressão, gravação, eletroformação, traçado com régua, exposição fotográfica, holográfica e a laser de uma emulsão fotossensível combinada com processos de endurecimento e ataque químico ou inchamento bem conhecidos, processos de uso de máscara e deposição, ataque químico com uso de máscara e químico, uso de máscara e ataque químico de íon reativo, uso de máscara e usinagem com feixe de íons, microusinagem, usinagem a laser e ablação a laser, exposição e revelação com fotopolímero, e outros meios adequados e combinações dos mesmos.

As ferramentas de elementos de imagem de ícone microestruturados preferencialmente são produzidas pelos métodos bem conhecidos de geração de uma microestrutura original por exposição ótica e revelação de um material de fotorresistência em um substrato rígido ou um substrato transparente rígido, metalização condutiva da superfície de fotorresistência microestruturada, e eletroformação com níquel sobre a superfície condutiva.

Outras propriedades, materiais, métodos, meios e combinações dos mesmos não explicitamente ensinados aqui são entendidos como incluídos no escopo desta invenção, já que eles seriam óbvios para um trabalhador versado na técnica.

Substrato transparente - qualquer material substancialmente plano e substancialmente transparente oticamente, mas não limitado a vidro, óxidos de metal, polímeros, material compósito, biopolímeros, açúcares, celulosas, amidos, gelatinas e combinações dos mesmos, que é usado para suporte dos elementos óticos de um sistema de magnificação de moiré de Unison, os referidos elementos óticos opcionalmente incluindo um arranjo de microlente e um ou mais arranjos de imagem de ícone. O filme de polímero de PET é um substrato de exemplo para as camadas de ícone e os sistemas de magnificação de moiré desta invenção.

Outras propriedades, materiais, métodos, meios e combinações dos mesmos não explicitamente ensinados aqui são entendidos como incluídos no escopo desta invenção, já que eles seriam óbvios para um trabalhador versado na técnica.

Substrato - qualquer material substancialmente plano,

incluindo, mas não se limitando a, vidro, metais, materiais compósitos, óxidos de metal, polímeros, biopolímeros, açúcares, celulose, amidos, gelatinas, papel, materiais fibrosos, materiais não fibrosos, folhas, substitutos de papel não tecido e combinações dos mesmos. Um filme de polímero de PET é um substrato de exemplo para esta invenção.

Outras propriedades, materiais, métodos, meios e combinações dos mesmos não explicitamente ensinados aqui são entendidos como incluídos no escopo desta invenção, já que eles seriam óbvios para um trabalhador versado na técnica.

Material de revestimento conformador - um material de revestimento que se conforma ao formato da superfície a que é aplicado. Um revestimento de metal de catodo desintegrado e depositado tipicamente é conformador - ele reveste as superfícies verticais, paredes laterais de microestrutura, e áreas recortadas, bem como superfícies horizontais.

Material de revestimento não conformador - um material de revestimento que não se conforma ao formato da superfície a que é aplicado. Um revestimento de metal evaporado tipicamente é não conformador - preferencialmente ele reveste superfícies horizontais, mas reveste de forma ruim superfícies verticais e paredes laterais de microestrutura, e não reveste áreas recortadas.

Material de revestimento direcional - um material de revestimento que preferencialmente reveste superfícies horizontais e superfícies com uma normal de superfície que aponta na direção geral da fonte de revestimento, mas não reveste superfícies com uma normal de superfície que aponta

em uma direção geral para longe da fonte de revestimento. Um revestimento de metal evaporado deslocado ou defletido é dirigido na superfície em um ângulo substancialmente fora da normal, fazendo com que as superfícies "próximas" de microestruturas sejam revestidas, mas as superfícies "distantes" de microestruturas sejam sombreadas e não revestidas.

Com referência, agora, aos desenhos, a Fig. 1a ilustra uma modalidade do presente sistema microótico 12 provendo um movimento ortoparalático das imagens do sistema.

O sistema 12 tem microlentes 1 que têm pelo menos dois eixos de simetria substancialmente iguais e que são dispostos em um arranjo periódico bidimensional. O diâmetro de lente 2 preferencialmente é menor do que $50\ \mu$, e o espaço intersticial entre as lentes 3 preferencialmente é de $5\ \mu$ ou menos. (Nós usamos os termos " μ " e " μm " de forma intercambiável para significar a mesma medida.) A microlente 1 focaliza uma imagem de um elemento de ícone 4 e projeta esta imagem 10 em direção a um observador. O sistema é comumente usado em situações tendo níveis normais de iluminação ambiente, de modo que a iluminação das imagens de ícone surja a partir da luz ambiente refletida ou transmitida. O elemento de ícone 4 é um elemento de um arranjo periódico de elementos de ícone tendo períodos e dimensões substancialmente similares àsquelas do arranjo de lente incluindo a lente 1. Entre a lente 1 e o elemento de ícone 4 há um espaçador ótico 5, o qual pode ser contíguo com o material da lente 1 ou opcionalmente pode ser um substrato 8 em separado - nesta modalidade, as lentes 9 são separadas do substrato. Os elementos de ícone 4 podem ser

opcionalmente protegidos por uma camada de selagem 6, preferencialmente de um material de polímero. A camada de selagem 6 pode ser transparente, translúcida, tingida, pigmentada, opaca, metálica, magnética, óticamente variável, ou qualquer combinação destas que proveja efeitos óticos desejáveis e/ou uma funcionalidade adicional para fins de segurança e autenticação, incluindo suporte de autenticação de papel-moeda automatizada, verificação, acompanhamento, contagem e sistemas de detecção, que se baseiam em efeitos óticos, condutividade elétrica ou capacitância elétrica, detecção de campo magnético.

A espessura total 7 do sistema tipicamente é de menos de 50 μ ; a espessura real depende do F# das lentes 1 e do diâmetro das lentes 2, e da espessura do recurso de segurança adicional ou camadas de efeito visual. O período de repetição 11 dos elementos de ícone 4 é substancialmente idêntico ao período de repetição das lentes 1; a "relação de escala", a relação do período de repetição dos ícones para o período de repetição das lentes, é usada para a criação de muitos efeitos visuais diferentes. Valores simétricos axialmente da relação de escala iguais a 1,0000 resultam nos efeitos ortoparaláticos de Unison Motion, quando os eixos de simetria das lentes e os ícones estiverem desalinhados, valores axialmente simétricos da relação de escala de menos de 1,0000 resultam em efeitos Unison Deep e Unison SuperDeep, quando os eixos de simetria das lentes e dos ícones estiverem substancialmente alinhados, e valores axialmente simétricos da relação da escala maiores do que 1,0000 resultam em efeitos Unison Float e Unison SuperFloat, quando os eixos de simetria das

lentes e dos ícones estiverem substancialmente alinhados. Valores axialmente simétricos da relação de escala, tal como 0,995 na direção X e 1,005 na direção Y, resultam em efeitos Unison Levitate.

5 Os efeitos Unison Morph podem ser obtidos por distorções de escala em um ou ambos o período de repetição de lente e o período de repetição de ícone, ou pela incorporação de uma informação de variação espacial no padrão de ícone. Os efeitos Unison 3-D também são criados
10 pela incorporação de uma informação de variação espacial no padrão de ícone, mas nesta modalidade a informação representa pontos de vista diferentes de um objeto tridimensional, conforme visto a partir de localizações específicas substancialmente correspondentes às
15 localizações dos ícones.

A Fig. 1b apresenta uma vista isométrica do presente sistema, conforme descrito na seção transversal na Fig. 1a, tendo padrões de arranjo quadrado de lentes 1 e ícones 4 de período de repetição 11 e espessura de espaçador ótico 5 (a
20 Fig. 1a não é específica para um padrão de arranjo quadrado, mas é uma seção transversal representativa de todos os padrões de arranjo periódico regular). Os elementos de ícone 4 são mostrados como imagens de "\$", claramente vistos na seção em corte na frente. Embora haja
25 substancialmente uma correspondência de um para um entre as lentes 1 e os elementos de ícone 4, os eixos de simetria do arranjo de lente em geral não estarão exatamente alinhados com os eixos de simetria do arranjo de ícone.

No caso do material Unison (movimento ortoparalático)
30 da modalidade das Fig. 1a-b com uma relação de escala de

1,0000, quando os eixos de lente 1 e eixos de elementos de ícone 4 estão substancialmente alinhados, as imagens sintéticas resultantes dos elementos de ícone (neste exemplo, um "\$" gigante) "explodem" e são magnificadas por um fator que teoricamente se aproxima do infinito. Um ligeiro desalinhamento angular dos eixos de lente 1 e dos eixos de elementos de ícone 4 reduz o fator de magnificação das imagens sintéticas dos elementos de ícone e faz com que as imagens sintéticas magnificadas rodem.

As imagens sintéticas Motion produzidas por uma combinação particular de lentes, espaçador(es) ótico(s) e ícones movem uma quantidade consistente para uma dada mudança no ângulo de visualização, e esta quantidade consistente é uma percentagem da distância de repetição de imagem sintética. Por exemplo, se um material Unison Motion for produzido, que apresente imagens sintéticas tendo uma distância de repetição de 0,25 polegadas (6,35 mm) e estas imagens sintéticas parecerem ter um 0,1 polegada (2,54 mm) de movimento ortoparalático, quando o ângulo de visão mudar em 10 graus, então, as mesmas lentes, ícones e espaçador(es) usados para a criação de Unison que tem uma distância de repetição de imagem sintética de 1,0 polegada (25,4 mm) exibirão um movimento ortoparalático proporcionalmente maior - 0,4 polegadas (10,16 mm) - quando o ângulo de visão mudar em 10 graus. A quantidade de movimento de imagem ortoparalático é escalonada para combinar com a distância de repetição da imagem sintética produzida. A relação entre a mudança do ângulo de visão e o movimento ortoparalático escalonado depende do F# das lentes usadas. Lentes de F# baixo produzem uma quantidade

menor de movimento ortoparalático para uma mudança selecionada no ângulo de visualização do que lentes de F# maior.

Uma lente de exemplo usada para um material Unison Motion pode ter um F# de 0,8. Uma razão para isso ser um F# desejável é que ele minimiza uma disparidade vertical entre as imagens vistas pelo olho esquerdo e aquelas vistas pelo olho direito do observador. Uma disparidade vertical é um desalinhamento vertical entre as imagens de olho esquerdo e de olho direito - uma imagem parece ser verticalmente deslocada com respeito à outra imagem. Uma disparidade de imagem horizontal é um fenômeno natural e familiar: é um dos fatores usados pelo sistema olho - cérebro para perceber profundidade tridimensional. Uma disparidade de imagem vertical não é normalmente encontrada por pessoas - às vezes, pode ser vista em binóculos ou microscópios binoculares, se sua ótica estiver fora de alinhamento. Embora uma disparidade de imagem horizontal seja uma ocorrência contínua para pessoas com visão em ambos os olhos, uma disparidade de imagem vertical nunca é encontrada no mundo natural, então, os seres humanos têm uma capacidade muito limitada de adaptação a uma disparidade de imagem vertical. Essa adaptação requer que um olho aponte ligeiramente para cima ou para baixo com respeito ao outro olho. Isto é uma experiência não natural e, embora não prejudique uma pessoa, causa uma sensação física imediata nos olhos do observador, como resultado de uma ação muscular ocular desacostumada. Esta sensação física pode ser descrita de várias formas, de "faz meus olhos parecerem estranhos" a "é difícil para eu olhar". O

efeito está presente, independentemente da direção azimutal de visão (isto é, o material Unison Motion pode ser rodado para qualquer ângulo em seu plano, sem perda do efeito). Nenhuma impressão convencional de qualquer tipo causa esta
5 sensação física nos olhos do observador.

Os materiais Unison Motion podem ser projetados para eliciarem esta sensação no observador pela melhoria da disparidade vertical das imagens. Uma disparidade de imagem vertical está presente em materiais Unison Motion porque os
10 olhos do observador estão dispostos em um plano horizontal. A visão do olho esquerdo é a partir de um ângulo horizontal diferente da visão do olho direito, de modo que a imagem sintética vista pelo olho esquerdo seja deslocada de forma ortoparalática em uma direção vertical com respeito à
15 imagem sintética vista pelo olho direito, desse modo se criando uma disparidade de imagem vertical. A quantidade de disparidade de imagem vertical é pequena para lentes de F# baixo usualmente não é notada pelos observadores. A disparidade de imagem vertical pode ser melhorada, contudo,
20 pelo uso de lentes de F# maior, tal como F# 2,0 ou maior, de modo a se criar propositadamente a sensação de disparidade vertical nos olhos do observador.

Um benefício que pode ser obtido pela criação de uma disparidade de imagem vertical nos materiais Unison Motion
25 é que a sensação física assim eliciada no observador é única, imediata e automática, e, portanto, pode funcionar como um novo método de autenticação. Nenhum outro material conhecido pode prover uma sensação similar a partir de todas as direções azimutais de visão.

30 O fator de magnificação sintético das modalidades

Unison Deep, Unison Float e Unison Levitate depende do alinhamento angular dos eixos de lente 1 e dos eixos de elementos de ícone 4, bem como a relação de escala do sistema. Quando a relação de escala não é igual a 1,0000, a

5 magnificação máxima obtida a partir do alinhamento substancial destes é igual ao valor absoluto de $1/(1,0000 - (\text{relação de escala}))$. Assim, um material Unison Deep tendo uma relação de escala de 0,995 exibiria uma magnificação máxima de $|1/(1,000 - 0,995)| = 200x$. De modo similar, um

10 material Unison Float tendo uma relação de escala de 1,005 exibiria uma magnificação máxima de $|1/(1,000 - 1,005)| = 200x$. De uma maneira similar à modalidade de material Unison Motion, um ligeiro desalinhamento angular dos eixos de lente 1 e dos eixos de elementos de ícone 4 das

15 modalidades Unison Deep, Unison Float e Unison Levitate reduz o fator de magnificação das imagens sintéticas dos elementos de ícone e faz com que as imagens sintéticas magnificadas rodem.

A imagem sintética produzida por um padrão de ícone de

20 Unison Deep ou SuperDeep é vertical para cima com respeito à orientação do padrão de ícone Unison Deep ou SuperDeep, enquanto a imagem sintética produzida por um padrão de ícone Unison Float ou SuperFloat é de cabeça para baixo, rodada a cento e oitenta graus (180°) com respeito à

25 orientação do padrão de ícone Unison Float ou SuperFloat.

A Fig. 2a descreve esquematicamente os efeitos de movimento de imagem ortoparalático contra-intuitivo vistos na modalidade de Unison Motion. O lado esquerdo da Fig. 2a descreve um pedaço de material Unison Motion 12 em vista

30 plana sendo oscilado 18 em torno do eixo horizontal 16. Se

a imagem magnificada sinteticamente 14 se movesse de acordo com a paralaxe, pareceria ser deslocada para cima e para baixo (conforme mostrado na Fig. 2a), conforme o material 12 fosse oscilado em torno do eixo horizontal 16. Esse movimento paralático aparente seria típico de objetos reais, impressão convencional e imagens holográficas. Ao invés de exibir um movimento paralático, a imagem sinteticamente magnificada 14 mostra um movimento ortoparalático 20 - movimento o qual é perpendicular à direção de movimento paralático normalmente esperada. O lado direito da Fig. 2a descreve uma vista em perspectiva de um pedaço de material 12 exibindo o movimento ortoparalático de uma única imagem sinteticamente magnificada 14, conforme ela é oscilada 18 em torno do eixo de rotação horizontal 16. O contorno pontilhado 22 mostra a posição da imagem sinteticamente magnificada 14 após ela ter se movido para a direita por ortoparalaxe e o contorno pontilhado 24 mostra a posição da imagem sinteticamente magnificada 14 após ela ter se movido para a esquerda por ortoparalaxe.

Os efeitos visuais das modalidades Unison Deep e Unison Float são descritos isometricamente nas Fig. 2b, c. Na Fig. 2b, um pedaço de material Unison Deep 26 apresenta imagens magnificadas sinteticamente 28 que parecem ficar de forma estereoscópica abaixo do plano do material de Unison Deep 26, quando visto pelos olhos do observador 30. Na Fig. 2c, um pedaço de material Unison Float 32 apresenta imagens magnificadas sinteticamente 34 que parecem ficar de forma estereoscópica acima do plano do material Unison Float 34, quando visto pelos olhos do observador 30. Os efeitos de

Unison Deep e Unison Float são visíveis a partir de todas as posições azimutais e por uma ampla faixa de posições de elevação, a partir de uma elevação vertical (de modo que a linha de visão dos olhos do observador 30 para o material 5 Unison Deep 26 ou o material Unison Float 32 seja perpendicular à superfície dos materiais) para baixo até um ângulo de elevação raso o qual tipicamente é de menos de 45 graus. A visibilidade dos efeitos Unison Deep e Unison Float por uma faixa ampla de ângulos de visualização e 10 orientações provê um método simples e conveniente de diferenciação de materiais Unison Deep e Unison Float a partir de simulações utilizando ótica lenticular cilíndrica ou holografia.

O efeito da modalidade de Unison Levitate é ilustrado 15 nas Fig. 2d-f por vistas isométricas mostrando a posição de profundidade percebida de forma estereoscópica de uma imagem magnificada sinteticamente 38 em três rotações azimutais diferentes do material Unison Levitate 36 e a vista plana correspondente do material Unison Levitate 36 e 20 a imagem magnificada sinteticamente 38 (referida a partir deste ponto como 'a imagem'), conforme parecendo de forma estereoscópica ficar em um plano abaixo do material Unison Levitate 36, quando o referido material for orientado conforme mostrado na vista plana. A linha escura forte na 25 vista plana serve como uma referência de orientação azimutal 37, em nome da explicação. Note que na Fig. 2d a referência de orientação 37 está alinhada em uma direção vertical e a imagem 38 está alinhada em uma direção horizontal. A imagem 38 aparece na posição de Unison Deep 30 porque a relação de escala é menor do que 1,000 ao longo de

um primeiro eixo do material Unison Levitate 36 que está alinhado de forma substancialmente paralela com uma linha que conecta as pupilas dos dois olhos do observador (isto será referido a partir deste ponto como a 'relação de escala estereoscópica'). A relação de escala estereoscópica do material Unison Levitate 36 é maior do que 1,000 ao longo de um segundo eixo perpendicular a este primeiro eixo, desse modo se produzindo um efeito de Unison Float da imagem 38, quando o segundo eixo estiver alinhado substancialmente paralelo a uma linha conectando as pupilas dos olhos do observador, conforme mostrado na Fig. 2f. Note que a referência de orientação 37 está em uma posição horizontal nesta figura. A Fig. 2e descreve uma orientação azimutal intermediária do material Unison Levitate 36, que produz um efeito de imagem ortoparalática de Unison Motion, porque a relação de escala estereoscópica nesta orientação azimutal é substancialmente 1,000.

O efeito visual de uma imagem de Unison Levitate 38 se movendo a partir de baixo do material Unison Levitate 36 (Fig. 2d) para cima até o nível do material Unison Levitate 36 (Fig. 2e) e adicionalmente para cima acima do nível do material Unison Levitate 36 (Fig. 2f), conforme o material for rodado de forma azimutal, pode ser melhorado pela combinação do material Unison Levitate 36 com uma informação impressa convencionalmente. A profundidade estereoscópica não mudando da impressão convencional serve como um plano de referência para se perceber melhor o movimento de profundidade estereoscópica das imagens 38.

Quando um material Unison é iluminado por uma fonte de luz fortemente direcional, tal como uma fonte de luz

'pontual' (por exemplo, um refletor ou uma lanterna de LED) ou uma fonte colimada (por exemplo, a luz do sol), "imagens de sombra" dos ícones podem ser vistas. Estas imagens de sombra não são usuais de muitas formas. Embora a imagem sintética apresentada pelo Unison não se mova conforme a direção de iluminação for movida, as imagens de sombra produzidas realmente se movem. Mais ainda, embora as imagens sintéticas Unison possam ficar em planos visuais diferentes do plano do material, as imagens de sombra sempre ficam no plano do material. A cor da imagem de sombra é a cor do ícone. Então, ícones pretos criam imagens de sombra pretas, ícones verdes criam imagens de sombra verdes, e ícones brancos criam imagens de sombra brancas.

O movimento da imagem de sombra conforme o ângulo de iluminação se move é atado à profundidade específica ou ao efeito Unison de movimento, de uma forma que torne paralelo o efeito visual presente na imagem sintética. Assim, o movimento de uma imagem de sombra conforme o ângulo da luz for alterado torna paralelo o movimento que a imagem sintética mostra quando o ângulo de visão for alterado. Em particular:

As imagens de sombra de Motion se movem de forma ortoparalática conforme a fonte de luz for movida.

As imagens de sombra de Deep se movem na mesma direção que a fonte de luz.

As imagens de sombra de Float se movem na direção oposta à fonte de luz.

As imagens de sombra de Levitate se movem em direções que são uma combinação do dito acima:

As imagens de sombra de Levitate Deep se movem na

mesma direção que a luz na direção esquerda - direita, mas oposta à direção da luz no movimento para cima - para baixo; as imagens de sombra de Levitate Float se movem opostas à luz na direção esquerda - direita, mas na mesma direção que a luz no movimento para cima - para baixo; as imagens de sombra de Levitate Motion mostram um movimento ortoparalático com respeito ao movimento da luz.

As imagens de sombra Unison Morph mostram efeitos de transmutação conforme a fonte de luz for movida.

Efeitos de imagem de sombra não usuais adicionais são vistos, quando uma fonte de luz de ponto divergente, tal como uma luz de LED, for movida em direção a e para longe de um filme Unison. Quando a fonte de luz está mais distante, seus raios divergentes mais proximamente se aproximam de uma luz colimada, e as imagens de sombra produzidas por imagens sintéticas Deep, SuperDeep, Float ou SuperFloat Unison parecem aproximadamente do mesmo tamanho que as imagens sintéticas. Quando a luz é levada para mais perto da superfície, as imagens de sombra de materiais Deep e SuperDeep se retraem, porque a iluminação é fortemente divergente, enquanto as imagens de sombra de materiais Float e SuperFloat se expandem. A iluminação destes materiais com uma iluminação convergente faz com que as imagens de sombra de Deep e SuperDeep aumentem para um tamanho maior do que as imagens sintéticas, enquanto as imagens de sombra de Float e SuperFloat se retraem.

As imagens de sombra do material Unison Motion não mudam de escala significativamente, conforme a convergência

ou divergência da iluminação for mudada. As imagens de sombra de Unison Morph mudam de formas específicas com o padrão de transmutação em particular, conforme a convergência ou divergência da iluminação for mudada.

5 Todos estes efeitos de imagem de sombra podem ser usados como métodos adicionais de autenticação para os materiais Unison utilizados para segurança, antifalsificação, aplicações de proteção de marca e outras aplicações similares.

10 As Fig. 3a a i são vistas planas que mostram várias modalidades e fatores de preenchimento de padrões diferentes de arranjos bidimensionais simétricos de microlentes. As Fig. 3a, d e g descrevem microlentes 46, 52 e 60, respectivamente, que são dispostas em um padrão de
15 arranjo hexagonal regular 40. (As linhas de padrão de arranjo tracejado 40, 42 e 44 indicam a simetria do padrão de lentes, mas não necessariamente representam qualquer elemento físico do arranjo de lentes.) As lentes da Fig. 3a têm uma geometria de base substancialmente circular 46, as
20 lentes da Fig. 3g têm geometrias de base substancialmente hexagonal 60, e as lentes da Fig. 3d têm geometrias de base intermediárias as quais são hexágonos arredondados 52. Uma progressão similar de geometrias de lente se aplica ao
25 arranjo quadrado 42 de lentes 48, 54 e 62, onde estas lentes têm geometrias de base as quais variam de substancialmente circular 48 a quadrada arredondada 54, a substancialmente quadrada 62, conforme visto nas Fig. 3b, e e h. Correspondentemente, o arranjo triangular equilátero 44 mantém as lentes tendo geometrias de base que variam de
30 substancialmente circular 50 a triangular arredondada 58, a

substancialmente triangular 64, conforme visto nas Fig. 3c, f e i.

Os padrões de lente das Fig. 3a a i são representativos de lentes que podem ser usadas para o presente sistema. O espaço intersticial entre as lentes não contribui diretamente para a magnificação sintética das imagens. Um material criado usando-se um destes padrões de lente também incluirá um arranjo de elementos de ícone que é disposto na mesma geometria e aproximadamente na mesma escala, permitindo diferenças na escala utilizada para a produção de efeitos de Unison Motion, Unison Deep, Unison Float e Unison Levitate. Se o espaço intersticial for grande, tal como é mostrado na Fig. 3c, as lentes serão ditas como tendo um fator de preenchimento baixo e o contraste entre a imagem e o fundo será reduzido pela luz dispersa a partir dos elementos de ícone. Se os espaços intersticiais forem pequenos, as lentes serão ditas como tendo um fator de preenchimento alto e o contraste entre a imagem e o fundo será alto, desde que as lentes em si tenham boas propriedades focais e os elementos de ícone estejam nos planos focais das lentes. Geralmente, é mais fácil formar as microlentes de alta qualidade ótica com uma base circular ou quase circular do que com uma base quadrada ou triangular. Um bom equilíbrio de performance de lente e minimização de espaço intersticial é mostrado na Fig. 3d; um arranjo hexagonal de lentes tendo geometrias de base que são hexágonos arredondados.

Lentes tendo um $F\#$ baixo são particularmente adequadas para uso no presente sistema. Com $F\#$ baixo queremos dizer menor do que 4, e, em particular, para Unison Motion

aproximadamente 2 ou menor. Lentes de F# baixo têm uma curvatura alta e uma flecha correspondente grande, ou espessura de centro, como uma proporção do seu diâmetro. Uma lente Unison típica, com um F# de 0,8, tem uma base hexagonal de 28 microns de largura e uma espessura de centro de 10,9 microns. Uma lente Drinkwater típica com um diâmetro de 50 microns e um comprimento focal de 200 microns tem um F# de 4 e uma espessura de centro de 3,1 microns. Se escalonada para o mesmo tamanho de base, a lente Unison terá uma flecha quase seis vezes maior do que a lente Drinkwater.

Nós descobrimos que lentes multizonais de base poligonal, por exemplo, lentes multizonais de base hexagonal, têm vantagens importantes e inesperadas em relação a lentes esféricas de base circular. Conforme explicado acima, as lentes multizonais de base hexagonal melhoram significativamente a fabricabilidade em virtude de sua geometria relativamente de alívio de tensão, mas há benefícios óticos inesperados adicionais obtidos através do uso de lentes multizonais de base hexagonal.

Nós nos referimos a lentes como multizonais porque elas possuem três zonas óticas que provêem, cada uma, um benefício diferente e único para a presente invenção. As três zonas são a zona central (que constitui aproximadamente metade da área da lente), as zonas laterais e as zonas de canto. Estas lentes poligonais têm um diâmetro efetivo que é o diâmetro de um círculo desenhado dentro das zonas de canto em torno da zona central e incluindo as zonas laterais.

A zona central da lente multizonal de base hexagonal

da presente invenção tem uma forma esférica (por exemplo, tendo a forma definida por $[y = (5,1316E)X^4 - (0,01679)X^3 + (0,124931)X + 11,24824]$ para uma lente de 28 microns de diâmetro com um comprimento focal nominal de 28 microns) que leva a luz para um foco pelo menos tão bem como uma superfície esférica tendo os mesmos diâmetro e comprimento focal. A Figura 30 ilustra as propriedades focais de zona central de uma lente multizonal de base hexagonal de 28 microns de diâmetro com um comprimento focal nominal de 28 microns em um substrato de polímero (lente e substrato $n = 1,51$), e a Figura 31 ilustra as propriedades focais de zona central de uma lente esférica de 28 microns de diâmetro com um comprimento focal nominal de 30 microns em um substrato de polímero (lente e substrato $n = 1,51$). A comparação destas duas figuras demonstra claramente que a lente multizonal de base hexagonal da presente exposição funciona pelo menos tão bem como a lente esférica. A zona central da lente multizonal de base hexagonal provê uma resolução de imagem alta e uma profundidade rasa de campo de uma ampla variedade de ângulos de visualização.

Cada uma das seis zonas laterais da lente multizonal de base hexagonal da presente invenção tem comprimentos focais que dependem da localização com a zona de uma forma complexa, mas o efeito é fazer com que o foco das zonas laterais seja espalhado por uma faixa de valores cobrindo aproximadamente ± 10 por cento do foco da zona central, conforme ilustrado na Figura 32. Este borrão vertical do ponto focal efetivamente aumenta a profundidade do campo da lente nestas zonas, e provê um

benefício que é equivalente a ter uma lente de campo plano. A performance das zonas externas 800 de lente esférica 792 pode ser vista na Figura 33. O borrão vertical do ponto focal 802 é significativamente menor para a lente esférica 5 792 do que é para a lente multizonal de base hexagonal 784.

Isto é particularmente importante para uma visualização fora da normal: a profundidade aumentada de campo e efetivamente um campo mais plano mitigam a saída de foco de imagem abrupta que pode ocorrer com uma lente 10 esférica, quando sua superfície focal curvada se separar do plano de ícone. Conseqüentemente, um material Unison usando lentes multizonais de base hexagonal exhibe imagens sintéticas que podem desvanecer do foco mais suavemente em ângulos de visualização mais altos do que o material Unison 15 equivalente usando lentes esféricas. Isto é desejável, porque aumenta o ângulo de visualização efetivo do material e, portanto, aumenta sua utilidade como um dispositivo de segurança ou um dispositivo de apresentação de imagem representativo.

20 As zonas de canto 806 da lente multizonal de base hexagonal 784 da Figura 32 possuem propriedades focais divergentes que provêem um benefício inesperado de dispersão 808 da iluminação ambiente sobre o plano de ícone e, desse modo, reduzindo a sensibilidade do material Unison a condições de iluminação. A lente esférica 792 da Figura 25 33 não dispersa a iluminação ambiente por uma área tão ampla (conforme visto pela ausência de raios dispersos para as regiões de plano de ícone 804), de modo que os materiais Unison feitos usando-se lentes esféricas tenham maiores 30 variações de brilho de imagem sintética, quando vistos a

partir de uma variedade de ângulos do que os materiais Unison feitos usando-se lentes multizonais de base hexagonal.

O benefício obtido a partir das lentes multizonais de base hexagonal é adicionalmente magnificado porque as lentes multizonais de base hexagonal têm um fator de preenchimento mais alto (capacidade de cobrir o plano) do que as lentes esféricas. O espaço intersticial entre as lentes esféricas não provê virtualmente nenhuma dispersão de luz ambiente, enquanto esta área não de dispersão é muito menor, no caso de lentes multizonais de base hexagonal.

Assim, é visto que, embora as propriedades focais de uma lente multizonal de base hexagonal sejam inferiores às daquelas de uma lente esférica, conforme avaliado por padrões óticos convencionais, no contexto da presente invenção, as lentes multizonais de base hexagonal provêm benefícios inesperados e vantagens em relação às lentes esféricas.

Qualquer tipo de lente pode se beneficiar da adição de microestruturas de dispersão ou de materiais de dispersão introduzidos ou incorporados nos espaços intersticiais de lente, para melhoria da dispersão da iluminação ambiente sobre o plano de ícone. Mais ainda, os espaços intersticiais de lente podem ser preenchidos com um material que formará um menisco de raio pequeno, com propriedades focais convergentes ou divergentes, para direcionamento da iluminação ambiente sobre o plano de ícone. Estes métodos podem ser combinados, por exemplo, pela incorporação de partículas de dispersão de luz em um

material de preenchimento de menisco intersticial de lente. Alternativamente, as zonas intersticiais de lente podem ser originalmente fabricadas com zonas intersticiais de lente de dispersão adequadamente.

5 Uma lente esférica tendo estas proporções é muito difícil de fabricar, porque o ângulo de contato alto entre a superfície do filme e a borda da lente atua como um concentrador de tensão para as forças aplicadas para separação da lente da ferramenta, durante a fabricação.

10 Estas altas tensões tendem a fazer com que a adesão da lente ao filme falhe e a uma falha de remoção da lente da ferramenta. Mais ainda, a performance ótica de uma lente esférica de $F\#$ baixo é progressivamente comprometida para zonas radiais longe do centro da lente: lentes esféricas de

15 $F\#$ baixo não focalizam bem, exceto próximo de sua zona central.

 As lentes de base hexagonal têm um benefício inesperado e significativo em relação a lentes que têm uma base mais substancialmente circular: as lentes hexagonais

20 se liberam de suas ferramentas com uma força de descascamento mais baixa do que as lentes oticamente equivalentes com bases substancialmente circulares. As lentes hexagonais têm um formato que se mescla de simétricas de forma substancialmente axial próximo do seu

25 centro a simétrica de forma hexagonal, com cantos que atuam como concentradores de tensão em suas bases. Estas concentrações de tensão causadas pelos cantos agudos de base reduzem a força de descascamento geral requerida para separação das lentes de seus moldes, durante a fabricação.

30 A magnitude deste efeito é substancial - as forças de

descascamento podem ser reduzidas durante uma fabricação por um fator de dois ou mais para lentes de base hexagonal, se comparado com lentes de base substancialmente circular.

O contraste de imagem do material pode ser melhorado
5 pelo preenchimento dos espaços intersticiais de lente com um material pigmentado opaco (colorido escuro) de absorção de luz, efetivamente formando uma máscara para as lentes. Isto elimina a redução de contraste que surge da luz dispersa a partir da camada de ícone através dos espaços
10 intersticiais de lente. Um efeito adicional deste preenchimento intersticial é que a imagem geral se torna mais escura, porque a iluminação ambiente chegando é impedida de passar através dos espaços intersticiais para o plano de ícone. A clareza da imagem produzida por lentes
15 tendo uma focalização aberrante na sua periferia também pode ser melhorada por um preenchimento intersticial pigmentado opaco, desde que este preenchimento oclua a zona de lente periférica aberrante.

Um efeito diferente pode ser obtido pelo preenchimento
20 dos espaços intersticiais de lente com um material colorido branco ou claro, ou uma cor de material combinada com um substrato a ser usado com o material Unison. Se o preenchimento intersticial de lente colorida clara for denso o bastante e o plano de ícone incorporar um contraste
25 forte entre os elementos de ícone e o fundo, a imagem sintética de Unison será substancialmente invisível, quando vista com uma luz refletida, ainda será distintamente visível quando vista na luz transmitida a partir do lado de lente, mas não visível quando vista a partir do lado de
30 ícone. Isso provê o efeito de segurança novo de se ter uma

imagem de transmissão de uma via que é visível apenas na luz transmitida e visível apenas a partir de um lado.

Materiais fluorescentes podem ser utilizados em um revestimento intersticial de lente ao invés de ou além de pigmentos de luz visível para a provisão de meios adicionais de autenticação.

A Fig. 4 mostra de forma gráfica os efeitos de mudança da relação de escala estereoscópica, SSR (o período de repetição de elemento de ícone / o período de repetição de arranjo de lente), ao longo de um eixo do presente material. As zonas do sistema tendo um SSR maior do que 1,0000 produzirão efeitos de Unison Float e SuperFloat, zonas tendo um SSR de substancialmente 1,0000 produzirão efeitos de movimento ortoparalático (OPM) de Unison Motion, e zonas tendo um SSR menor do que 1,0000 produzirão efeitos de Unison Deep e Unison SuperDeep. Todos estes efeitos podem ser produzidos e transitados de um para o outro de uma variedade de formas ao longo de um eixo de filme de sistema. Esta figura ilustra uma de uma variedade infinita dessas combinações. A linha tracejada 66 indica o valor de SSR correspondente substancialmente a 1,0000, a linha de divisão entre Unison Deep e Unison SuperDeep e Unison Float e Unison SuperFloat, e o valor de SSR o qual demonstra o OPM. Na zona 68, o SSR do material Unison é de 0,995, criando um efeito de Unison Deep.

Adjacente a isto está a zona 70, na qual o SSR é elevado de 0,995 para 1,005, produzindo uma transição espacial de um efeito de Unison Morph para um de Unison Float. O SSR na próxima zona 72 é de 1,005, criando um efeito de Unison Float. A próxima zona 74 cria uma

transição suave para baixo de um efeito de Unison Float para um efeito de Unison Deep. A zona 76 prossegue em degrau para cima de um efeito de Unison Deep, para OPM, para um efeito de Unison Float, e a zona 78 desce-o de volta para OPM. As variações no período de repetição necessárias para a realização destes efeitos são mais facilmente implementadas em geral na camada de elemento de ícone. Além disso, para variação do SSR em cada zona, pode ser desejável variar o ângulo de rotação de cada zona dos arranjos, preferencialmente no arranjo de elemento de ícone, para se manterem as imagens sinteticamente magnificadas substancialmente similares no tamanho.

A forma mais fácil de interpretar este gráfico é vê-lo como uma seção transversal da profundidade estereoscópica que será percebida através deste eixo de um pedaço de material de sistema. Portanto, é possível criar um campo esculpido de forma estereoscópica de imagens, uma superfície visual com contorno, pelo controle local do SSR e, opcionalmente, pelo controle local correspondente do ângulo de rotação de arranjo. Esta superfície esculpida de forma estereoscópica pode ser usada para a representação de uma faixa ilimitada de formatos, incluindo faces humanas. Um padrão de elementos de ícone que criam o efeito de uma grande esculpida de forma estereoscópica, ou pontos periódicos, pode ser uma forma particularmente efetiva de exibição visual de uma superfície complexa.

As Fig. 5a a c são vistas planas que descrevem o efeito de rotação de um padrão de arranjo com respeito ao outro na produção de um material do presente sistema. A Fig. 5a mostra um arranjo de lente 80 que tem um

espaçamento de arranjo periódico regular 82, sem uma mudança substancial no ângulo dos eixos de arranjo. A Fig. 5b mostra um arranjo de elemento de ícone 84 com um ângulo de orientação de eixo de arranjo que muda progressivamente 86. Se o arranjo de lente 80 for combinado com o arranjo de elemento de ícone 84 pela translação do arranjo de lente pelo arranjo de ícone, conforme desenhado, então, o efeito visual aproximado que resulta será mostrado na Fig. 5c. Na Fig. 5c, o material 88 criado pela combinação do arranjo de lente 80 e do arranjo de ícone 84 cria um padrão de imagens magnificadas sinteticamente 89, 90, 91 que variam de escala e rotação através do material. Em direção à borda superior do material 88, uma imagem 89 é grande e mostra uma rotação pequena. A imagem 90, em direção à seção média superior de material 88 é menor e é rodada através de um ângulo significativo com respeito à imagem 89. As diferentes escalas e rotações entre as imagens 89 e 91 são o resultado das diferenças no desalinhamento angular do padrão de lente x e do padrão de elemento de ícone 86.

As Fig. 6a a c ilustram um método para se fazer com que uma imagem de OPM magnificada sinteticamente 98 sofra uma transmutação em outra imagem magnificada sinteticamente 102, conforme a primeira imagem se mover através de uma fronteira 104 nos padrões de elemento de ícone 92 e 94. O padrão de elemento de ícone 92 porta elementos de ícone em formato de círculo 98, mostrados na inserção magnificada 96. O padrão de elemento de ícone 94 porta elementos de ícone em formato de estrela 102, mostrados na inserção magnificada 100. Os padrões de elemento de ícone 92 e 94 não são objetos separados, mas são unidos em sua fronteira

104. Quando o material é montado usando-se este padrão combinado de elementos de ícone, as imagens de OPM resultantes mostrarão os efeitos de transmutação descritos nas Fig. 6b e 6c. A Fig. 6b mostra as imagens de círculo de OPM 98 se movendo para a direita 107 através da fronteira 104 e emergindo a partir da fronteira como imagens de estrela 102 também se movendo para a direita. A imagem 106 da figura mostra as imagens após elas terem se movido mais para a direita: a imagem 98 agora está mais próxima da fronteira 104 e a imagem quase cruzou completamente a fronteira para completar sua transmutação de círculo em estrela. O efeito de transmutação pode ser realizado de uma maneira menos abrupta pela criação de uma zona de transição de um padrão de elemento de ícone para outro, ao invés de se ter uma fronteira rígida 104. Na zona de transição, os ícones gradualmente mudariam de círculo para estrela através de uma série de estágios. A suavidade da transmutação visual das imagens de OPM resultantes dependerá do número de estágios usados para a transição. A faixa de possibilidades gráficas é sem fim. Por exemplo, a zona de transição poderia ser projetada para fazer com que o círculo parecesse se retrair, enquanto pontas de estrelas afiadas se projetavam através dali, ou, alternativamente, os lados do círculo poderiam parecer criarem um entalhe para dentro para a criação de uma estrela curta e grossa que progressivamente se tornaria mais afiada, até que atingisse seu desenho final.

As Fig. 7a a c são seções transversais de materiais do presente sistema que ilustram modalidades alternativas dos elementos de ícone. A Fig. 7a descreve um material que tem

lentes 1 separadas de elementos de ícone 108 por um espaçador ótico 5. Os elementos de ícone 108 são formados por padrões de material incolor, colorido, pintado ou tingido aplicado sobre a superfície inferior do espaçador 5. Qualquer um da multidão de métodos de impressão comuns tais como jato de tinta, jato de laser, impressão tipográfica, flexografia, gravura e entalhe, pode ser usado para o depósito de elementos de ícone 108 deste tipo, desde que a resolução de impressão seja fina o suficiente.

A Fig. 7b descreve um sistema de material similar com uma modalidade diferente de elementos de ícone 112. Nesta modalidade, os elementos de ícone são formados a partir de pigmentos, corantes ou partículas embutidas em um material de suporte 110. Os exemplos desta modalidade de elementos de ícone 112 no material de suporte 110 incluem: partículas de prata em gelatina, como uma emulsão fotográfica, tinta pigmentada ou de corante absorvida em um revestimento receptor de tinta, transferência por sublimação de corante em um revestimento receptor de corante, e imagens fotocromicas ou termocromicas em um filme de formação de imagem.

A Fig. 7c descreve uma abordagem de microestrutura para a formação dos elementos de ícone 114. Este método tem o benefício de uma resolução espacial quase ilimitada. Os elementos de ícone 114 podem ser formados a partir de vazios na microestrutura 113 ou nas regiões sólidas 115, unicamente ou em combinação. Os vazios 113 opcionalmente podem ser preenchidos ou revestidos com um outro material, tal como um metal evaporado, um material tendo um índice de refração diferente ou um material tingido ou pigmentado.

As Fig. 8a, b descrevem modalidades positivas e negativas de elementos de ícone. A Fig. 8a mostra elementos de ícone positivos 116 que são coloridos, tingidos ou pigmentados 120 contra um fundo transparente 118. A Fig. 8b mostra elementos de ícone negativos 122 que são transparentes 118 contra um fundo colorido, tingido ou pigmentado 120. Um material do presente sistema opcionalmente pode incorporar elementos de ícone positivos e negativos. Este método de criação de elementos de ícone positivos e negativos é particularmente bem adaptado para os elementos de ícone de microestrutura 114 da Fig. 7c.

A Fig. 9 mostra uma seção transversal de uma modalidade de um material de zona de pixel do presente sistema. Esta modalidade inclui zonas com lentes 124 tendo um foco curto e outras zonas com lente tendo um foco longo 136. As lentes de foco curto 124 projetam imagens 123 de elementos de ícone 129 em um plano de ícone 128 disposto no plano focal das lentes 124. As lentes de foco longo 136 projetam imagens 134 de elementos de ícone 137 no plano de ícone 132 disposto no plano focal de lentes 136. O separador ótico 126 separa as lentes de foco curto 124 de seu plano de ícone associado 128. As lentes de foco longo 136 são separadas de seu plano de ícone associado 132 pela soma das espessuras de separador ótico 126, plano de ícone 128 e segundo separador ótico 130. Os elementos de ícone 137 no segundo plano de ícone 132 estão fora da profundidade de foco das lentes de foco curto 124 e, portanto, não formam imagens magnificadas sinteticamente distintas nas zonas de lente de foco curto. De uma maneira similar, os elementos de ícone 129 são próximos demais das

lentes de foco longo 136 para formarem imagens magnificadas sinteticamente distintas. Assim sendo, as zonas de material portando lentes de foco curto 124 exibirão imagens 123 dos elementos de ícone 129, enquanto as zonas de material portando as lentes de foco longo 136 exibirão imagens 134 de elementos de ícone 137. As imagens 123 e 134 que são projetadas podem diferir no projeto, na cor, na direção de OPM, no fator de magnificação sintética e no efeito, incluindo os efeitos de Deep, Unison, Float e Levitate descritos acima.

A Fig. 10 é uma seção transversal de uma modalidade alternativa de um material de zona de pixel do presente sistema. Esta modalidade inclui zonas com lentes 140 elevadas por um planalto de suporte de lente 144 acima das bases das lentes não elevadas 148. O comprimento focal das lentes elevadas 140 é a distância 158, colocando-se o foco destas lentes no primeiro plano de ícone 152. O comprimento focal das lentes não elevadas 148 é a distância 160, colocando-se o foco destas lentes no segundo plano de ícone 156. Estes dois comprimentos focais, 158 e 160, podem ser escolhidos para serem similares ou dissimilares. As lentes elevadas 140 projetam imagens 138 de elementos de ícone 162 em um plano de ícone 152 disposto no plano focal das lentes 140. As lentes não elevadas 148 projetam imagens 146 de elementos de ícone 164 no plano de ícone 156 disposto no plano focal das lentes 148. As lentes elevadas 140 são separadas de seus elementos de ícone associados 162 pela soma da espessura do planalto de suporte de lente 144 e pela separação ótica 150. As lentes não elevadas 148 são separadas de seus elementos de ícone associados 164 pela

soma das espessuras da separação ótica 150, da camada de ícone 152 e do separador de ícone 154. Os elementos de ícone 164 no segundo plano de ícone 156 estão fora da profundidade de foco das lentes elevadas 140 e, portanto, não formam imagens magnificadas sinteticamente nas zonas de lente elevada. De uma maneira similar, os elementos de ícone 152 são próximos demais das lentes não elevadas 148 para a formação de imagens magnificadas sinteticamente distintas. Assim sendo, as zonas de material portando lentes elevadas 140 exibirão imagens 138 dos elementos de ícone 162, enquanto as zonas de material portando as lentes não elevadas 136 exibirão imagens 146 de extremidades circunferenciais 156. As imagens 138 e 146 que são projetadas podem diferir no projeto, na cor, na direção de OPM, no fator de magnificação sintética e no efeito, incluindo os efeitos de Deep, Unison, Float e Levitate.

As Fig. 11a, b são seções transversais que ilustram modalidades não refrativas do presente sistema. A Fig. 11a ilustra uma modalidade que utiliza um refletor de focalização 166, ao invés de uma lente refrativa para projeção das imagens 174 de elementos de ícone 172. A camada de ícone 170 fica entre os olhos do observador e a ótica de focalização. Os refletores de focalização 166 podem ser metalizados 167 para a obtenção de alta eficiência de focalização. A camada de ícone 170 é mantida a uma distância igual ao comprimento focal dos refletores por um separador ótico 168. A Fig. 11b mostra uma modalidade de ótica estenopeica deste material. A camada superior opaca 176, preferencialmente de cor preta para melhoria de contraste, é perfurada por aberturas 178. O

elemento de separador ótico 180 controla o campo de visão do sistema. Os elementos de ícone 184 na camada de ícone 182 têm a imagem formada através das aberturas 178 de uma maneira similar à ótica estenopecica de uma câmera sem 5 lente. Devido à pequena quantidade de luz passada através das aberturas, esta modalidade é mais efetiva quando for iluminada por trás, com a luz passando através do plano de ícone 182 primeiramente, então, através das aberturas 178. Os efeitos de cada uma das modalidades acima, OPM, Deep, 10 Float e Levitate, podem ser criados usando-se o projeto de sistema refletivo ou o projeto de sistema de ótica estenopecica.

As Fig. 12a, b são seções transversais comparando as estruturas de um material todo refrativo 188 com um 15 material híbrido refrativo/refletivo 199. A Fig. 12a descreve uma estrutura de exemplo, com as microlentes 192 separadas do plano de ícone 194 por um separador ótico 198. A camada de selagem opcional 195 contribui para a espessura total de sistema refrativo 196. As lentes 192 projetam 20 imagens de ícone 190 em direção ao observador (não mostrado). O material híbrido refrativo / refletivo 199 inclui as microlentes 210 com um plano de ícone 208 diretamente abaixo delas. O espaçador ótico 200 separa as lentes 210 e o plano de ícone 208 da camada refletiva 202. 25 A camada refletiva 202 pode ser metalizada, tal como por alumínio evaporado ou desintegrado e depositado, ouro, ródio, cromo, ósmio, urânio esgotado ou prata, por prata depositada quimicamente, ou por filmes de interferência de camada múltipla. A luz difundida a partir da camada de 30 ícone 208 reflete a partir da camada refletiva 202, passa

através da camada de ícone 208 e para as lentes 210, as
quais projetam as imagens 206 em direção ao observador (não
mostrado). Ambas estas figuras são desenhadas
aproximadamente na mesma escala: por uma comparação visual,
5 pode ser visto que a espessura de sistema total 212 do
sistema híbrido refrativo / refletivo 199 é em torno da
metade da espessura de sistema total 196 do sistema todo
refrativo 188. As dimensões de exemplo para sistemas
equivalentes são de 29 μ de espessura 196 de sistema
10 totalmente refrativo 188 e 17 μ para a espessura 212 de
sistema híbrido refrativo / refletivo total 199. A
espessura de um sistema refrativo / refletivo pode ser
adicionalmente reduzida por um escalonamento. Assim, um
sistema híbrido tendo lentes de 15 μ de diâmetro pode ser
15 feito com uma espessura total de em torno de 8 μ . Os
efeitos de cada uma das modalidades descritas acima, OPM,
Deep, Float, Levitate, Morph e 3-D podem ser criados
usando-se o projeto híbrido refrativo / refletivo.

A Fig. 13 é uma seção transversal que mostra uma
20 modalidade de material de indicação de violação de
"descascar para revelar" do presente sistema. Esta
modalidade não exibe uma imagem até ser violada. A
estrutura não violada é mostrada na região 224, onde um
sistema refrativo 214 é óticamente enterrado sob uma camada
25 de topo 216 que consiste em um substrato opcional 218 e uma
camada descascável 220, a qual é conformadora com as lentes
215. A camada descascável 220 efetivamente forma estruturas
de lente negativas 220 que se adaptam sobre as lentes
positivas 215 e neutralizam sua potência ótica. As lentes
30 215 não podem formar imagens da camada de ícone na região

não violada, e a luz dispersa 222 a partir do plano de ícone é não focalizada. A camada de topo 216 pode incluir um substrato de filme opcional 218. Uma violação, mostrada na região 226, causa a liberação da camada de topo 216 do sistema refrativo 214, expondo as lentes 215, de modo que elas possam formar as imagens 228. Os efeitos de cada uma das modalidades descritas acima, OPM, Deep, Float e Levitate, podem ser incluídos em um sistema de "descascar para revelar" indicando uma violação do tipo da Fig. 13.

A Fig. 14 é uma seção transversal que ilustra uma modalidade de material de indicação de violação de "descascar para mudar" do presente sistema. Esta modalidade exibe uma primeira imagem 248 de um primeiro plano de ícone 242, antes da violação 252, então, exibe uma segunda imagem 258 na região 254, após ter sido violada. A estrutura não violada é mostrada na região 252, onde dois sistemas refrativos 232 e 230 são empilhados. O primeiro plano de ícone 242 está localizado abaixo das lentes 240 do segundo sistema. Antes da violação na região 252, o primeiro sistema ou superior 232 apresenta imagens no primeiro plano de ícone 242. O segundo plano de ícone 246 está distante demais fora da profundidade de foco de lente 234 para formar imagens distintas. As primeiras lentes 234 são separadas das segundas lentes 240 por um substrato opcional 236 e uma camada descascável 238, a qual é conformadora com as segundas lentes 240. A camada descascável 232 efetivamente forma estruturas de lente negativas 238 que se adaptam sobre as lentes positivas 240 e neutralizam sua potência ótica. A camada de topo 232 pode incluir um substrato de filme opcional 236. Uma violação resulta no

descascamento 256 da camada de topo 232, mostrada na região 254, a partir do segundo sistema refrativo 230, expondo as segundas lentes 240, de modo que elas possam formar imagens 258 da segunda camada de ícone 246. As segundas lentes 240 não formam imagens na primeira camada de ícone 242, porque a camada de ícone está próxima demais das lentes 240.

Esta modalidade de um material de indicação de violação é bem adequada para aplicação como uma fita ou um rótulo aplicado a um artigo. Uma violação libera a camada de topo 232, deixando o segundo sistema 230 afixado ao artigo. Antes de uma violação, esta modalidade apresenta uma primeira imagem 248. Após uma violação 254, o segundo sistema 230, ainda afixado ao artigo, apresenta uma segunda imagem 258, enquanto a camada descascada 256 não apresenta imagem alguma. Os efeitos de cada uma das modalidades descritas acima, OPM, Deep, Float e Levitate, podem ser incluídos no primeiro sistema 232 ou no segundo sistema 230.

Note que uma modalidade alternativa realizando um efeito similar àquele da Fig. 14 é ter dois sistemas separados laminados um ao outro. Nesta modalidade, quando a camada superior é descascada, ela leva o primeiro plano de ícone e sua(s) imagem (ns) com ela, revelando o segundo sistema e sua(s) imagem (ns).

As Fig. 15a a d são seções transversais que mostram várias modalidades de dois lados do presente sistema. A Fig. 15a descreve um material de dois lados 260 que inclui um plano de ícone único 264 que tem a imagem formada 268 por lentes 262 em um lado e tem a imagem formada 270 por um segundo conjunto de lentes 266 no lado oposto. A imagem 268

vista a partir do lado esquerdo (conforme desenhado) é a imagem espelhada da imagem 270 vista a partir do lado direito. O plano de ícone 264 pode conter elementos de ícone que sejam símbolos ou imagens, as quais parecem similares na imagem espelhada, ou elementos de ícone os quais parecem diferentes na imagem espelhada, ou combinações de elementos de ícone em que uma porção dos elementos de ícone é de leitura correta quando vista a partir de um lado e os outros elementos de ícone são de leitura correta quando vistos a partir do outro lado. Os efeitos de cada uma das modalidades descritas acima, OPM, Deep, Float e Levitate, podem ser exibidos em qualquer um dos lados de um material de dois lados de acordo com esta modalidade.

A Fig. 15b ilustra outra modalidade de dois lados que tem dois planos de ícone 276 e 278 que têm a imagem formada 282 e 286, respectivamente, por dois conjuntos de lentes, 274 e 280, respectivamente. Esta modalidade é essencialmente em dois sistemas separados 287 e 289, tal como ilustrado na Fig. 1a, que foram unidos em conjunto com um espaçador de camada de ícone 277 entre eles. A espessura deste espaçador de camada de ícone 277 determinará o grau em que a camada de ícone 'errada' tem a imagem formada 284 e 288 por um conjunto de lentes. Por exemplo, se a espessura do espaçador de camada de ícone 277 for zero, de modo que as camadas de ícone 276 e 278 estejam em contato, então, ambas as camadas de ícone terão a imagem formada polímero ambos os conjuntos de lentes 274 e 280. Em um outro exemplo, se a espessura de espaçador de camada de ícone 277 for substancialmente maior do que a profundidade

de foco de lentes 274 e 280, então, as camadas de ícone 'erradas' não terão a imagem formada pelas lentes 274 e 280. Ainda em outro exemplo, se a profundidade do foco de um conjunto de lentes 274 for grande, mas a profundidade do foco do outro conjunto de lentes for pequena (porque as lentes 274 e 280 têm F# diferentes), então, ambos os planos de ícone 276 e 278 terão a imagem formada 282 através das lentes 274, mas apenas um plano de ícone 278 terá a imagem formada através das lentes 280, de modo que um material desse tipo mostrasse duas imagens a partir de um lado, mas apenas uma destas imagens, espelhada, a partir do lado oposto. Os efeitos de cada uma das modalidades descritas acima, OPM, Deep, Float e Levitate, podem ser exibidos em qualquer lado de um material de dois lados de acordo com esta modalidade, e as imagens projetadas 282 e 286 podem ser da mesma cor ou de cores diferentes.

A Fig. 15c mostra ainda outro material de dois lados 290 tendo um espaçador de camada de ícone pigmentado 298 que impede as lentes em um lado do material de verem o conjunto 'errado' de ícones. As lentes 292 formam a imagem 294 da camada de ícone 296, mas não podem formar a imagem da camada de ícone 300, por causa da presença da camada de ícone pigmentada 298. De modo similar, as lentes 302 formam a imagem 304 da camada de ícone 300, mas não podem formar a imagem da camada de ícone 296, por causa da presença da camada de ícone pigmentada 298. Os efeitos de cada uma das modalidades descritas acima, OPM, Deep, Float e Levitate, podem ser exibidos em qualquer lado de um material de dois lados de acordo com esta modalidade, e as imagens projetadas 294 e 304 podem ser da mesma cor ou de cores

diferentes.

A Fig. 15d mostra uma outra modalidade de material de dois lados 306 tendo lentes 308 que formam a imagem 318 da camada de ícone 314 e as lentes 316 no lado oposto que formam a imagem 322 da camada de ícone 310. A camada de ícone 310 está próxima ou substancialmente em contato com as bases das lentes 308 e a camada de ícone 314 está próxima ou substancialmente em contato com as bases 316. Os ícones 310 são próximos das lentes 308 para a formação de uma imagem, de modo que sua luz 324 difunda ao invés de focalizar. Os efeitos de cada uma das modalidades descritas acima, OPM, Deep, Float e Levitate, podem ser exibidos em qualquer lado de um material de dois lados de acordo com esta modalidade, e as imagens projetadas 318 e 322 podem ser da mesma cor ou de cores diferentes.

As Fig. 16a a f são seções transversais e vistas planas correspondentes que ilustram três métodos diferentes para a criação de escala de cinza ou padrões de elemento de ícone tonais e imagens magnificadas sinteticamente subsequentes com o presente sistema. As Fig. 16a a c são detalhes de seção transversal do lado de ícone de um material 307, que inclui parte de um separador ótico 309 e uma camada de ícone microestruturada transparente 311. Os elementos de ícone são formados como superfícies em baixo relevo 313, 315, 317 que então são preenchidas com um material pigmentado ou tingido 323, 325, 327 respectivamente. O lado de baixo da camada de ícone pode ser opcionalmente selado por uma camada de selagem 321 que pode ser transparente, pintada, colorida, tingida, pigmentada ou opaca. As microestruturas de baixo relevo de

elementos de ícone 313, 315 e 317 provêm variações de espessura no material de preenchimento tingido ou pigmentado, 323, 325 e 327, respectivamente, que criam variações na densidade ótica do elemento de ícone, conforme visto em uma vista plana. As vistas planas correspondentes aos elementos de ícone 323, 325 e 327 são vistas planas 337, 339 e 341. O uso deste método para a criação de imagens magnificadas sinteticamente em escala de cinza ou de tom cinza não está limitado às especificidades dos exemplos mostrados aqui, mas pode ser aplicado em geral para a criação de uma variedade ilimitada de imagens em escala de cinza.

A Fig. 16 inclui um elemento de ícone 313, um preenchimento de elemento de ícone tingido ou pigmentado 323 e uma vista plana correspondente 337. A vista em seção transversal do plano de ícone no topo desta figura pode mostrar apenas um plano de corte através dos elementos de ícone. A localização do plano de corte é indicada pela linha tracejada 319 através das vistas planas 337, 339 e 341. Assim sendo, a seção transversal de elemento de ícone 313 é um plano através de um elemento de ícone de formato substancialmente hemisférico. Pela limitação adequada da densidade geral de corante ou pigmento do preenchimento 323, variações de espessura do preenchimento tingido ou pigmentado 323 criam variações de densidade ótica tonal ou de escala de cinza representadas pela vista plana 337. Um arranjo de elementos de ícone deste tipo de ser magnificado sinteticamente no presente sistema de material para a produção de imagens que mostram variações de escala de cinza equivalentes.

A Fig. 16b inclui um elemento de ícone 315, um preenchimento de elemento de ícone tingido ou pigmentado 325 e uma vista plana correspondente 339. A vista plana 339 mostra que o elemento de ícone 315 é uma representação em
5 baixo relevo de uma face. As variações tonais em uma imagem de uma face são complexas, conforme mostrado pelas variações de espessura complexas 325 na vista em seção transversal. Conforme mostrado com respeito ao elemento de ícone 313, um arranjo de elementos de ícone deste tipo,
10 conforme mostrado por 315, 325 e 339, pode ser magnificado sinteticamente para a produção de imagens que mostram variações de escala de cinza equivalentes representando, neste exemplo, a imagem de uma face.

A Fig. 16c inclui um elemento de ícone 317, um
15 preenchimento tingido ou pigmentado 327 e uma vista plana correspondente 341. De uma maneira similar à discussão das Fig. 16a, b, acima, o formato em baixo relevo desta estrutura de elemento de ícone produz uma variação tonal na aparência do preenchimento tingido ou pigmentado 327 e na
20 imagem magnificada sinteticamente produzida pelo presente sistema de material. O elemento de ícone 317 ilustra um método para a criação de um centro mais brilhante em uma superfície arredondada, se comparado com o efeito de um elemento de ícone 313, o qual cria um centro escuro em uma
25 superfície arredondada.

As Fig. 16d, e mostram uma outra modalidade 326 de camada de ícone microestruturada de baixo relevo transparente 311 incluindo os elementos de ícone 329 e 331 que são revestidos com um material de índice de refração
30 alto 328. A camada de ícone 311 pode ser selada com uma

camada de selagem opcional 321 que preenche os elementos de ícone 329 e 331, 330 e 332, respectivamente. A camada de índice de refração alto 328 melhora a visibilidade de superfícies inclinadas com a criação de reflexões a partir delas por uma reflexão interna total. As vistas planas 342 e 344 apresentam imagens representativas da aparência dos elementos de ícone 329 e 331 e suas imagens magnificadas sinteticamente. Esta modalidade de revestimento de índice de refração alto provê um tipo de efeito de melhoria de borda, sem a adição de um pigmento ou corante para se tornarem os ícones e suas imagens visíveis.

A Fig. 16f mostra ainda outra modalidade 333 de ícone microestruturado de baixo relevo transparente 335 que utiliza um volume de ar, gás ou líquido 336 para a provisão de uma definição visual para esta microestrutura de interface de fase 334. A camada de selagem opcional 340 pode ser adicionada com ou sem um adesivo opcional 338 para aprisionar o volume de ar, gás ou líquido 336. O efeito visual de um elemento de ícone de interface de fase é similar àquele de um elemento de ícone revestido de índice de refração alto 329 e 331.

As Fig. 17a a d são seções transversais mostrando o uso do presente sistema como um filme de laminação em conjunto com uma informação impressa, tal como pode ser utilizado na fabricação de carteiras de I.D. e carteiras de motorista, onde o material 348 (consistindo em um microarranjo coordenado de lentes e imagens descritas acima) cobre uma proporção substancial da superfície. A Fig. 17a descreve uma modalidade de Unison usado como uma sobreimpressão laminada 347. O material 348 tendo pelo

menos alguma transparência ótica na camada de ícone é laminado em um substrato fibroso 354, tal como papel ou um substituto de papel, com um adesivo de laminação 350, cobrindo ou cobrindo parcialmente o elemento impresso 352, que tinha sido previamente aplicado ao substrato fibroso 354. Devido ao fato de o material 348 ser pelo menos parcialmente transparente, o elemento de impressão 352 pode ser visto através dele e o efeito desta combinação é prover o efeito de imagem dinâmico do presente sistema em combinação com a impressão estática.

A Fig. 17b mostra uma modalidade do material de sistema usado como um laminado sobre um elemento impresso 352 aplicado a um substrato não fibroso 358, tal como um filme de polímero. Como na Fig. 17a, o material 348 tendo pelo menos alguma transparência ótica na camada de ícone é laminado a um substrato não fibroso 358, tal como um polímero, metal, vidro ou substituto de cerâmica, com um adesivo de laminação 350, cobrindo ou cobrindo parcialmente o elemento de impressão 352 que tinha sido previamente aplicado ao substrato não fibroso 354. Devido ao fato de o material 348 ser pelo menos parcialmente transparente, o elemento de impressão 352 pode ser visto através dele e o efeito desta combinação é prover o efeito de imagem dinâmico em combinação com a referida impressão estática.

A Fig. 17c descreve o uso de um elemento de impressão diretamente no lado de lente do material 360. Nesta modalidade, o material 348 tem um elemento de impressão 352 diretamente aplicado à superfície de lente superior. Esta modalidade não requer que o material seja pelo menos parcialmente transparente: o elemento de impressão 352 fica

no topo do material e os efeitos de imagem dinâmicos podem ser vistos em torno do elemento de impressão. Nesta modalidade, o material 348 é usado como o substrato para o produto final, tais como papel-moeda, carteiras de ID, e
5 outros artigos requerendo autenticação ou provendo autenticação para outro artigo.

A Fig. 17d descreve o uso de um elemento de impressão diretamente no lado de ícone de um material pelo menos parcialmente transparente 362. O elemento de impressão 352
10 é aplicado diretamente à camada de ícone ou a camada de selagem de um material de sistema pelo menos parcialmente transparente 348. Devido ao fato de o material de sistema 348 ser pelo menos parcialmente transparente, o elemento de impressão 352 pode ser visto através dele e o efeito desta
15 combinação é prover o efeito de imagem dinâmico em combinação com a impressão estática. Nesta modalidade, o material de sistema 348 é usado como o substrato para o produto final, tais como papel-moeda, carteiras de ID, e outros artigos requerendo autenticação ou provendo
20 autenticação para outro artigo.

Cada uma das modalidades das Fig. 17a a d pode ser usada unicamente ou em combinação. Assim, por exemplo, um material de sistema 348 pode ser sobreimpresso (Fig. 17c) e impresso no lado traseiro (Fig. 17d), então, opcionalmente
25 laminado sobre a impressão em um substrato (Fig. 17a, b). Combinações tais como estas podem aumentar mais a resistência à falsificação, simulação e violação do material do presente sistema.

As Fig. 18a a f são seções transversais que ilustram a
30 aplicação do presente sistema a ou a incorporação em vários

substratos e em combinação com uma informação impressa. As modalidades das Fig. 18a a f diferem daquelas das Fig. 17a a d pelo fato de as figuras anteriores mostrarem um material de sistema 348 que cobre a maior parte ou todo um artigo, ao passo que as presentes figuras mostram modalidades em que o material de sistema ou seu efeito ótico não cobre substancialmente uma superfície inteira, mas, ao invés disso, cobre apenas uma porção de uma superfície. A Fig. 18a descreve um pedaço de material de sistema pelo menos parcialmente transparente 364 aderido a um substrato fibroso ou não fibroso 368 com um elemento adesivo 366. O elemento de impressão opcional 370 foi aplicado diretamente à superfície superior de lente de material 364. O elemento de impressão 370 pode ser parte de um padrão maior que se estende além do pedaço de material 364. O pedaço de material 364 é opcionalmente laminado sobre o elemento de impressão 372 que foi aplicado ao substrato fibroso ou não fibroso antes da aplicação do material 364.

A Fig. 18b ilustra uma modalidade de um material de sistema de lado único 364 incorporado em um substrato não ótico 378 como uma janela, onde pelo menos parte das bordas do material de sistema 364 é capturada, coberta ou envolvida pelo substrato não ótico 378. Os elementos de impressão 380 podem ser opcionalmente aplicados no topo da superfície de lente de material de sistema, e estes elementos de impressão podem ser alinhados com ou corresponderem aos elementos de impressão 382 aplicados ao substrato não ótico 378 na área adjacente ao elemento de impressão 380. De modo similar, os elementos de impressão

384 podem ser aplicados do lado oposto do substrato não
ótico alinhado com ou correspondente aos elementos de
impressão 386 aplicados à camada de ícone ou de selagem 388
do material de sistema 364. O efeito de uma janela deste
5 tipo será apresentar imagens distintas, quando o material
for visto a partir do lado de lente e nenhuma imagem,
quando visto a partir do lado de ícone, provendo um efeito
de imagem de uma via.

A Fig. 18c mostra uma modalidade similar àquela da
10 Fig. 18b, exceto pelo fato de o material de sistema 306 ser
um material de lado duplo 306 (ou outra modalidade de lado
duplo descrita acima). Os elementos de impressão 390, 392,
394 e 396 substancialmente correspondem na função aos
elementos de impressão 380, 382, 384, 386 previamente
15 descritos. O efeito de uma janela de material deste tipo
será apresentar imagens distintas diferentes quando o
material for visto a partir de lados opostos. Por exemplo,
uma janela incorporada em um papel-moeda poderia exibir a
denominação numérica da nota, tal como "10", quando visto a
20 partir do lado de face da nota, mas quando visto a partir
do lado traseiro da nota, a janela Unison poderia exibir
uma informação diferente, tal como "USA", que pode ser da
mesma cor que a primeira imagem ou de uma cor diferente.

A Fig. 18d ilustra um substrato transparente 373 que
25 atua como o espaçador ótico para um material formado por
uma zona de lentes 374 de extensão limitada e uma camada de
ícone 376 que se estende substancialmente além da periferia
da zona de lentes 374. Nesta modalidade, os efeitos
presentes serão visíveis apenas naquela zona que inclui as
30 lentes e os ícones (correspondente à zona de lente 374

nesta figura). As lentes 374 e o substrato adjacente podem ser ambos opcionalmente impressos 375, e os elementos de impressão também podem ser aplicados à camada de ícone 376 ou a uma camada de selagem opcional cobrindo os ícones (não indicados nesta figura - veja a Fig. 1). Múltiplas zonas de lente podem ser usadas em um artigo, após a maneira desta modalidade; sempre que uma zona de lente for colocada os efeitos Unison serão vistos; o tamanho, a rotação, a posição de profundidade estereoscópica e as propriedades de OPM das imagens podem ser diferentes para cada zona de lente. Esta modalidade é bem adequada para aplicação a carteiras de ID, cartões de crédito, carteiras de motorista e aplicações similares.

A Fig. 18e mostra uma modalidade que é similar àquela da Fig. 18d, exceto pelo fato de o plano de ícone 402 não se estender substancialmente além da extensão da zona de lente 400. O espaçador ótico 398 separa as lentes 400 dos ícones 402. Os elementos de impressão 404 e 406 correspondem aos elementos de impressão 375 e 377 na Fig. 18d. Múltiplas zonas 400 podem ser usadas em um artigo, após a maneira desta modalidade; cada zona pode ter efeitos separados. Esta modalidade é bem adequada para aplicação a carteiras de ID, cartões de crédito, carteiras de motorista e aplicações similares.

A Fig. 18f descreve uma modalidade que é similar à Fig. 18d, exceto pelo fato de a presente modalidade incorporar um espaçador ótico 408 que separa as lentes 413 do plano de ícone 410. As lentes 413 se estendem substancialmente além da periferia da zona de ícone 412. Os elementos de impressão 414 e 416 correspondem aos elementos

de impressão 375 e 377 na Fig. 18d. Múltiplas zonas de lente podem ser usadas em um artigo, após a maneira desta modalidade; sempre que uma zona de lente for colocada os presentes efeitos serão vistos; o tamanho, a rotação, a posição de profundidade estereoscópica e as propriedades de OPM das imagens podem ser diferentes para cada zona de lente. Esta modalidade é bem adequada para aplicação a carteiras de ID, cartões de crédito, carteiras de motorista e aplicações similares.

10 As Fig. 19a, b ilustram vistas em seção transversal comparando o campo em foco de visão de uma lente esférica com aquele de uma lente asférica de campo plano, quando cada uma for incorporada em uma estrutura do tipo descrito acima. A Fig. 19a ilustra uma lente substancialmente
15 esférica conforme aplicada em um sistema conforme descrito acima. A lente substancialmente esférica 418 é separada do plano de ícone 422 por um espaçador ótico 420. A imagem 424 projetada perpendicularmente à superfície do material se origina no ponto focal 426 na camada de ícone 422. A imagem
20 424 está em foco agudo, porque o ponto focal 426 está dentro da camada de ícone 422. Quando a lente é vista a partir de um ângulo oblíquo, então, a imagem 428 é borrada e está fora de foco, porque o ponto focal correspondente 430 não está mais no plano de ícone, mas está acima dele a
25 uma distância substancial. A seta 432 mostra a curvatura de campo desta lente, equivalente à varredura do ponto focal de 426 para 430. O ponto focal está no plano de ícone por toda a zona 434, então, move-se para fora do plano de ícone na zona 436. As lentes, as quais são bem adequadas para
30 aplicação em coordenação com um plano de imagens impressas

ou ícones, tipicamente têm um $F\#$ baixo, tipicamente de menos de 1, resultando em uma profundidade de foco muito rasa - lentes de $F\#$ mais alto podem ser usadas efetivamente com efeitos de Deep e Float, mas causam uma disparidade binocular vertical proporcional com efeitos descritos aqui, quando usadas com os efeitos de Unison Motion. Assim que o limite inferior da profundidade de foco se move para fora do plano de ícone, a clareza da imagem se degrada rapidamente. A partir desta figura, pode ser visto que a curvatura de campo de uma lente substancialmente esférica limita o campo de visão da imagem: a imagem é distinta apenas na zona em foco 434, rapidamente saindo de foco para ângulos de visualização mais oblíquos. Lentes substancialmente esféricas não são lentes de campo plano, e a curvatura de campo destas lentes é amplificada para lentes de $F\#$ baixo.

A Fig. 19b ilustra uma lente asférica conforme aplicado ao presente sistema. Como uma lente asférica, sua curvatura não é aproximada por uma esfera. A lente asférica é separada da camada de ícone 492 pelo espaçador óptico 440. A lente asférica 438 projeta a imagem 444 de um plano de ícone 442 normal ao plano do material. A imagem se origina no ponto focal 446. O comprimento focal da lente asférica 438 fica no plano de ícone 442 por uma ampla faixa de ângulos de visualização, de normal 444 a oblíquo 448, porque tem um campo plano 452. O comprimento focal da lente varia de acordo com o ângulo de visão através dele. O comprimento focal é mais curto para uma visualização normal 444 e aumenta conforme o ângulo de visualização se torna mais oblíquo. No ângulo de visualização oblíquo 448, o

ponto focal 450 ainda está na espessura do plano de ícone, e a imagem oblíqua, portanto, ainda está em foco a partir deste ângulo de visualização oblíquo 448. A zona em foco 454 é muito maior para a lente asférica 438 do que a zona 5 em foco 434 da lente substancialmente esférica 418. A lente asférica 438 assim provê um campo de visão aumentado pela largura do ícone de imagem associado, de modo que as bordas periféricas do ícone de imagem associado não caiam fora de visão, quando comparado com aquilo da lente esférica 418.

10 As lentes asféricas são preferidas para o presente sistema, por causa do campo de visão maior que elas provêem e do aumento resultante na visibilidade das imagens associadas.

As Fig. 20a a c são seções transversais que ilustram dois benefícios de utilidade, os quais resultam do uso de uma camada de ícone espessa. Estes benefícios se aplicam se a lente 456 usada para visualização deles for substancialmente esférica 418 ou asférica 438, mas os benefícios são maiores em combinação com as lentes asféricas 438. A Fig. 20a ilustra um material de sistema de

15 uma camada de ícone fina 460 incluindo lentes 456 separadas da camada de ícone 460 por um espaçador ótico 458. Os elementos de ícone 462 são finos 461, em comparação com a curvatura de campo da lente 463, limitando a zona em foco a um ângulo pequeno, o ângulo entre a imagem projetada na

20 direção normal 464 e a imagem de ângulo oblíquo mais alto 468 que tem um ponto focal 470 dentro da camada de ícone 460. O maior campo de visão é obtido pelo projeto do foco de imagem normal 466 para ficar no fundo do plano de ícone, desse modo se maximizando o campo oblíquo de ângulo de

25 visão, limitado pelo ponto no qual o ponto focal 470 fica

30

no topo do plano de ícone. O campo de visão do sistema na Fig. 20a está limitado a 30 graus.

A Fig. 20b ilustra os benefícios obtidos a partir da incorporação de um plano de ícone 471 que é espesso 472, em
 5 comparação com a curvatura de campo de lente 456. As lentes 456 são separadas dos elementos de ícone espessos 474 por um espaçador ótico 458. Os elementos de ícone espessos 474 permanecem em foco 475 por um campo de visão maior, 55 graus, do que os elementos de ícone finos 462 da Fig. 20a.
 10 A imagem normal 476 projetada através das lentes 456 a partir do ponto focal 478 está em foco claro, e o foco permanece claro enquanto o ângulo de visão aumenta todo o caminho até 55 graus, onde o ponto focal 482 de imagem oblíqua 480 fica no topo do plano de ícone espesso 472. O
 15 campo de visão aumentado é maior para uma lente de campo plano, tal como a lente asférica 438 da Fig. 19b.

A Fig. 20c ilustra ainda outra vantagem de um plano de ícone espesso 472; a redução da sensibilidade do presente material a variações na espessura S que podem resultar de
 20 variações de fabricação. A lente 484 é espaçada uma distância S da superfície de fundo da camada de ícone de espessura i . A lente 484 projeta a imagem 496 a partir do ponto focal 498, disposto no fundo da camada de ícone 492. Esta figura é desenhada para demonstrar que variações no
 25 espaço ótico S entre as lentes e a camada de ícone podem variar por uma faixa igual à espessura da camada de ícone i , sem perda do foco da imagem 496, 500, 504. Na lente 486, a espessura de espaçador ótico é de em torno de $(S + i / 2)$, e o ponto focal 502 da imagem 500 fica no topo do
 30 elemento de ícone espesso 492. Com lentes 488, a espessura

do espaçador óptico aumentou para $(S + i)$ 490 e o ponto focal 506 da imagem 504 se situa no topo do elemento de ícone espesso. A espessura de espaçador óptico, portanto, pode variar por uma faixa correspondente à espessura da

5 camada de ícone i : uma camada de ícone fina, portanto, provê uma tolerância pequena para variações de espessura de espaçador óptico e uma camada de ícone espessa provê uma tolerância maior para variações de espessura de espaçador óptico.

10 Um benefício adicional é provido por uma camada de ícone espessa 492. Lentes imperfeitas, tais como lentes substancialmente esféricas, podem ter um comprimento focal mais curto 493 em direção a suas bordas do que no seu centro 496. Este é um aspecto do defeito de aberração

15 esférico comum de lentes substancialmente esféricas. Uma camada de ícone espessa provê um elemento de ícone que pode ser claramente focalizado por uma faixa de comprimentos focais, 498 a 495, desse modo melhorando a clareza geral e o contraste de uma imagem produzida por uma lente 484 tendo

20 variações de comprimento focal.

A Fig. 21 é uma vista plana que mostra a aplicação do presente sistema a papel-moeda e outros documentos de segurança como um fio de segurança "com janela". A Fig. 21 mostra uma estrutura de fio com janela incluindo um

25 material de sistema 508 que foi fendilhado em uma fita, referida como "fio", que tipicamente está na faixa de 0,5 mm a 10 mm de largura. O fio 508 é incorporado no substrato de documento fibroso 510 e provê zonas com janelas 514. O fio 508, opcionalmente, pode incorporar uma camada de

30 selagem pigmentada, tingida, preenchida ou revestida 516

para aumento do contraste de imagem e/ou para prover recursos adicionais de segurança e autenticação, tais como condutividade elétrica, propriedades magnéticas, detecção de ressonância magnética nuclear e autenticação, ou para esconder o material da visão em uma iluminação refletida, quando visto a partir do lado traseiro do substrato (o lado oposto ao lado apresentando as imagens sintéticas Unison e a camada de adesivo 517), para fortalecer a ligação entre o fio 508 e o substrato fibroso 510. O fio 508 é mantido em uma orientação para se manterem as lentes mais superiores, de modo que os efeitos de imagem sejam visíveis nas zonas com janelas 514. Ambos o substrato fibroso 510 e o fio podem ser sobreimpressos por elementos de impressão 518 e o substrato fibroso pode ser impresso 520 em sua face oposta.

A Fig. 21 ilustra que o fio 508 e seus efeitos de imagem 522 são visíveis apenas a partir da superfície superior 521 do substrato 510 nas zonas com janelas 514. O fio 508 é coberto pelo material de substrato fibroso nas zonas internas 512 e os efeitos de imagem 522 não são substancialmente visíveis nestas zonas. Os efeitos de OPM são particularmente dramáticos, quando incorporados no fio 508. (Veja a Fig. 22) conforme o substrato fibroso 510 é inclinado em várias direções, a imagem de OPM pode ser feita varrer através da largura 524 do fio, produzindo um efeito visual impressionante e dramático. Este recurso de varredura de uma imagem de OPM torna possível apresentar a imagem 522, a qual é maior do que a largura do fio 508. O usuário examinando o documento contendo um fio com janela 508 pode então inclinar o documento para varrer a imagem inteira através do fio, rolando-o como uma placa de sinal

de marquise. Os efeitos das modalidades de Deep, Float e Levitate também podem ser usados para se ter uma vantagem em um formato de fio com janela.

O fio 508 pode ser pelo menos parcialmente incorporado em papéis de segurança durante a fabricação, pelas técnicas comumente empregadas na indústria de feitura de papel. Por exemplo, o fio 508 pode ser prensado com papéis úmidos, enquanto as fibras estão não consolidadas e maleáveis, conforme ensinado pela Patente U.S. N° 4.534.398, a qual é incorporada aqui como referência.

O fio com janela do presente sistema é particularmente bem adequado para aplicação a papel-moeda. Uma espessura total típica para o material de fio está na faixa de 22 μ a 34 μ , enquanto a espessura total de papel-moeda pode variar para tão alta quanto 88 μ . É possível incorporar um fio de segurança com janela do presente sistema em um papel-moeda, sem se alterar substancialmente a espessura total do papel, pela redução localmente da espessura do papel por uma quantidade equivalente à espessura do fio.

Em uma modalidade de exemplo, o fio 508 compreende:

(a) um ou mais espaçadores óticos;

(b) um ou mais arranjos planos opcionalmente periódicos de microimagens ou ícones posicionados dentro de, sobre ou próximos de um espaçador ótico; e

(c) um ou mais arranjos planos opcionalmente periódicos de microlentes não cilíndricas posicionadas sobre ou próximas de um espaçador ótico ou um arranjo de ícone plano, com cada microlente tendo um diâmetro de base de menos de 50 microns.

Em outra modalidade, as microimagens ou ícones

constituem vazios preenchidos ou recessos que são formados em uma superfície de um ou mais espaçadores óticos, enquanto as microlentes não cilíndricas são microlentes asféricas, com cada microlente asférica tendo um diâmetro de base que varia de em torno de 15 a em torno de 35 microns. Pelo menos uma camada de selagem ou obscurecimento pigmentada 516 pode ser posicionada no(s) arranjo(s) plano(s) de microimagens ou ícones para aumento de contraste e, assim, de acuidade visual dos ícones e, também, para mascaramento da presença do fio 508, quando o fio for pelo menos parcialmente embutido em um documento de segurança.

Ainda em outra modalidade da presente invenção, o fio 508 compreende:

15 (a) um espaçador ótico tendo superfícies planas opostas superior e inferior;

(b) um arranjo periódico de microimagens ou ícones compreendendo recessos preenchidos formados na superfície plana inferior do espaçador ótico;

20 (c) um arranjo periódico de microlentes não cilíndricas, de campo plano, asféricas ou multizonais de base poligonal posicionadas na superfície plana superior do espaçador ótico, onde cada microlente tem um diâmetro de base que varia de em torno de 20 a em torno de 30 microns;

25 e

(d) uma camada de selagem ou obscurecimento pigmentada 516 posicionada no arranjo de ícone.

O(s) espaçador(es) ótico(s) pode(m) ser formado(s) usando-se um ou mais polímeros essencialmente incolores, incluindo, mas não limitando, poliéster, polipropileno,

30

polietileno, tereftalato de polietileno, cloreto de polivinilideno e similares. Em uma modalidade de exemplo, o(s) espaçador(es) ótico(s) é (são) formado(s) usando-se poliéster ou tereftalato de polietileno e tem (têm) uma espessura que varia de em torno de 8 a em torno de 25 microns.

Os arranjos de ícone e de microlente podem ser formados usando-se um material substancialmente transparente ou curável com radiação claro incluindo, mas não limitando, acrílicos, poliésteres, epóxis, uretanas e similares. Preferencialmente, os arranjos são formados usando-se uretana acrilatada, a qual está disponível a partir da Lord Chemicals, sob a designação de produto U107.

Os recessos de ícone formados na superfície plana inferior do espaçador ótico, cada um, medem de em torno de 0,5 a em torno de 8 microns na profundidade e tipicamente 30 microns de largura de microimagem ou ícone. Os recessos podem ser preenchidos com qualquer material adequado, tais como resinas pigmentadas, tintas, corantes, metais ou materiais magnéticos. Em uma modalidade de exemplo, os recessos são preenchidos com uma resina pigmentada compreendendo um pigmento de submicron o qual está disponível a partir da Sun Chemical Corporation, sob a designação de produto Spectra Pac.

A camada de selagem ou obscurecimento pigmentada pode ser formada usando-se um ou mais de uma variedade de revestimentos de opacificação ou tintas, incluindo, mas não limitando, revestimentos pigmentados compreendendo um pigmento, tal como dióxido de titânio, disperso em um aglutinante ou veículo de material polimérico curável.

Preferencialmente, a camada de selagem ou obscurecimento pigmentada 516 é formada usando-se polímeros curáveis com radiação e tem uma espessura que varia de em torno de 0,5 a em torno de 3 microns.

5 O fio 508, o qual é descrito acima, pode ser preparado de acordo com o método a seguir:

(a) aplicação de uma resina curável com radiação substancialmente transparente ou clara às superfícies superior e inferior do espaçador ótico;

10 (b) formação de um arranjo de microlente na superfície superior e um arranjo de ícone na forma de recessos na superfície inferior do espaçador ótico;

(c) cura da resina substancialmente transparente ou clara usando-se uma fonte de radiação;

15 (d) preenchimento dos recessos de arranjo de ícone com uma resina ou tinta pigmentada;

(e) remoção de resina ou tinta em excesso da superfície inferior do espaçador ótico; e

(f) aplicação de um revestimento ou camada de selagem
20 ou obscurecimento pigmentado à superfície inferior do espaçador ótico.

Em muitos casos, é desejável que fios de segurança usados em papel-moeda e em outros documentos financeiros e de identificação de alto valor sejam detectados e
25 autenticados por sensores não de contato de alta velocidade, tais como sensores de capacitância, sensores de campo magnético, sensores de transmissão e opacidade ótica fluorescência e/ou ressonância magnética nuclear.

A incorporação de materiais fluorescentes na lente, no
30 substrato, na matriz de ícone ou em elementos de

preenchimento de ícone de um filme Unison pode permitir a autenticação encoberta ou forense do material Unison pela observação da presença e das características espectrais da fluorescência. Um filme de Unison fluorescente pode ser

5 projetado para ter suas propriedades fluorescentes visíveis a partir de ambos os lados do material ou a partir de apenas um lado do material. Sem uma camada de isolamento ótico no material abaixo da camada de ícone, a fluorescência de qualquer parte de um material Unison será

10 visível a partir de qualquer um dos seus lados. A incorporação de uma camada de isolamento ótico torna possível separar a visibilidade da fluorescência de seus dois lados. Assim, o material Unison incorporando uma camada de isolamento ótico abaixo do plano de ícone pode

15 ser projetado para exibir fluorescência de várias formas diferentes: uma cor fluorescente A visível a partir do lado de lente, nenhuma fluorescência visível a partir do lado de camada de isolamento ótico, cor fluorescente A ou B visível a partir do lado de camada de isolamento ótico, mas não a

20 partir do lado de lente, e cor fluorescente A visível a partir do lado de lente e cor fluorescente A ou B visível a partir do lado de camada de isolamento ótico. A singularidade provida pela variedade de assinaturas fluorescentes possíveis pode ser usada para se melhorar

25 mais a segurança do material Unison. A camada de isolamento ótico pode ser uma camada de material pigmentado ou tingido, uma camada de metal, ou uma combinação de camadas pigmentadas e de camadas de metal, que absorve ou reflete a emissão fluorescente a partir de um lado do material e o

30 impede de ser visto a partir do outro lado.

Os ícones formados a partir de vazios conformados e seu inverso, ícones formados a partir de pinos conformados, são particularmente capacitantes para a adição de recursos de autenticação que podem ser lidos em máquina a um fio de segurança de material Unison para papel-moeda e outros documentos de alto valor. A matriz de ícone, o preenchimento de ícone e qualquer número de revestimentos traseiros (revestimentos de selagem) todos podem separadamente ou em todas as combinações, incorporar pigmentos não fluorescentes, corantes não fluorescentes, pigmentos fluorescentes, corantes fluorescentes, partículas de metal, partículas magnéticas, materiais de assinatura de ressonância magnética nuclear, partículas de laser, materiais de LED orgânicos, materiais oticamente variáveis, metal evaporado, materiais de interferência de filme fino, polímeros de cristal líquido, materiais de conversão para cima ou de conversão para baixo ótica, materiais dicróicos, materiais oticamente ativos (possuindo potência rotativa ótica), materiais de polarização ótica, e outros materiais de liga.

Em algumas circunstâncias, tal como quando um revestimento escuro ou colorido (tal como um material magnético ou uma camada condutiva) foi adicionado a um material Unison ou quando a cor do plano de ícone é objetável quando vista através do lado traseiro de um substrato, pode ser desejável mascarar ou esconder a aparência de um fio de segurança de material Unison embutido, parcialmente embutido ou "em janela" de um lado de um substrato de papel, conforme visto em uma luz refletida, enquanto o fio é visível a partir do lado oposto

do substrato. Outros tipos de fios de segurança comumente incorporam uma camada de metal, alumínio tipicamente, para reflexão da luz que filtra através do substrato de superfície, desse modo se provendo um brilho similar ao substrato circundante. Alumínio ou outro metal de reflexão de cor neutra pode ser usado de uma maneira similar para mascaramento da aparência de um fio de Unison a partir do lado traseiro de um substrato de papel pela aplicação da camada de metal na superfície traseira do material Unison e, então, opcionalmente, selando-a no lugar. Uma camada pigmentada pode ser utilizada para a mesma finalidade, aquela de ocultar ou obscurecer a visibilidade do fio de segurança a partir do lado "traseiro" do documento, no lugar de uma camada metalizada, ou em conjunto com ela. A camada pigmentada pode ser de qualquer cor, incluindo branco, mas a cor mais efetiva é uma que combine com a cor e a intensidade da luz internamente dispersa dentro e fora do substrato fibroso.

A adição de uma camada metalizada a um material Unison pode ser realizada de várias formas, incluindo metalização direta da camada de ícone ou de selagem do material Unison por evaporação, desintegração e deposição de catodo, deposição química ou outro meio adequado, ou laminação da camada de ícone ou de selagem do material Unison à superfície metalizada de um segundo filme de polímero. É prática comum criar fios de segurança de papel-moeda pela metalização de um filme, um padrão desmetalizando este filme para deixar 'fitas' estreitas de área metalizada, laminação da superfície metalizada a um segundo filme de polímero, então, formação de fatias do material laminado de

modo que as fitas de metal sejam isoladas das bordas dos fios de fenda pela laminação de adesivo, desse modo se protegendo o metal de um ataque químico nas bordas do fio. Este método também pode ser aplicado no caso da presente invenção: o material Unison pode simplesmente substituir o segundo filme de laminação. Assim, um material Unison pode ser aumentado pela adição de camadas metalizadas padronizadas ou não padronizadas.

As imagens sintéticas podem ser projetadas como padrões binários, tendo uma cor (ou ausência de cor) definindo os ícones e uma cor diferente (ou ausência de cor) definindo o fundo; neste caso, cada zona de ícone inclui uma imagem de tom único completa que utiliza 'pixels' de imagem que são plenamente ativos ou plenamente inativos. Imagens sintéticas mais sofisticadas podem ser produzidas pela provisão de variações tonalidades da cor de ícone selecionada. A variação tonal de imagem sintética pode ser criada pelo controle da densidade da cor em cada imagem de ícone ou pela 'autotipia' efetivamente da imagem sintética pela inclusão ou exclusão de elementos de desenho em grupos selecionados de ícone.

O primeiro método, controle da densidade da cor em cada imagem de ícone, pode ser realizado pelo controle da densidade ótica do material criando a imagem de ícone microimpressa. Um método conveniente para se fazer isto utiliza a modalidade de ícone de vazio preenchido, já descrita previamente.

O segundo método, 'autotipia' da imagem sintética por inclusão ou exclusão de elementos de projeto em grupos selecionados de ícone, ilustrado na Figura 23, realizado

pela inclusão de elementos de desenho de imagem em uma proporção de zonas de ícone que é igual à densidade de cor desejada. A Figura 23 ilustra isto com um exemplo que usa um padrão de repetição hexagonal para as zonas de ícone 570 que seriam coordenadas com um padrão de repetição hexagonal similar de lentes. Cada uma das zonas de ícone 570 não contém uma informação idêntica. Todos os elementos de imagem de ícone 572, 574, 576 e 578 estão presentes substancialmente na mesma densidade de cor. Os elementos de imagem de ícone 572 e 574 estão presentes em algumas das zonas de ícone e elementos de imagem de ícone diferentes estão presentes em outras zonas de ícone. Algumas zonas de ícone contêm um elemento de imagem de ícone único 570. Especificamente, o elemento de imagem de ícone 572 está presente em metade das zonas de ícone, o elemento de imagem de ícone 574 está presente em três quartos das zonas de ícone, o elemento de imagem de ícone 578 está presente em metade das zonas de ícone, e o elemento de imagem de ícone 576 está presente em um terço das zonas de ícone. A informação presente em cada zona de ícone determina se sua lente associada mostrará a cor do padrão de informação de imagem de ícone ou a cor do fundo de imagem de ícone a partir de uma orientação de visualização em particular. Os elementos de imagem 572 ou 578 serão visíveis em todas as lentes associadas a este padrão de ícone, mas o espaço de imagem sintética 580 de elemento de imagem de ícone 572 se sobrepõe ao espaço de imagem sintética de elemento de imagem de ícone 578. Isto significa que a zona de superposição 582 das imagens sintéticas de ícones 572 e 578 aparecerá a uma densidade de cor de 100%, porque toda lente

projetará uma cor de imagem de ícone nesta zona. A parte não de superposição destas duas imagens sintéticas, 588, é visível apenas em 50% das lentes, de modo que aparece a uma densidade de cor de 50%. A imagem sintética 586 de elemento 5 de ícone 576 é visível em apenas um terço das lentes, então, aparece a uma densidade de 33,3...%. A imagem sintética 584 de elemento de imagem de ícone 576 correspondentemente aparece a uma densidade de cor de 75%. É claro no escopo deste ensinamento que uma faixa tremenda 10 de variações tonais pode ser obtida na imagem sintética através de uma omissão seletiva de elementos de imagem de ícone em percentagens selecionadas de zonas de ícone. Para maior efetividade, as distribuições dos elementos de imagem de ícone através das zonas de imagem de ícone devem ser 15 relativamente uniformes.

Um método de projeto de imagem de ícone relacionado, ilustrado na Figura 24a, pode ser usado para a criação de elementos de imagem sintética combinados que sejam de dimensão menor do que o menor recurso dos elementos de 20 imagem sintética individuais. Isto é possível na circunstância comum em que o menor tamanho de recurso de uma imagem de ícone é maior do que a exatidão de posicionamento do recurso. Assim, uma imagem de ícone pode ter recursos mínimos da ordem de dois microns de dimensão, 25 mas aqueles recursos podem ser colocados de forma acurada em qualquer ponto em uma grade de 0,25 microns de espaçamento. Neste caso, o menor recurso da imagem de ícone é oito vezes maior do que a exatidão de posicionamento daquele recurso como com o diagrama prévio, este método é 30 ilustrado usando-se um plano de ícone hexagonal 594, mas se

aplica igualmente bem a qualquer outra simetria de padrão usável. De forma similar ao método da Figura 23, este método se baseia no uso de uma informação diferente em pelo menos uma zona de ícone. No exemplo da Figura 24a, dois

5 padrões de ícone diferentes, 596 e 598 estão presentes, cada um, em metade das zonas de ícone (para clareza, apenas um de cada padrão é mostrado nesta figura). Estas imagens de ícone produzem uma imagem sintética compósita 600 que incorpora a imagem sintética 602 criada pelos elementos de

10 imagem de ícone 596, e a imagem sintética 604, criada pelo elemento de imagem de ícone 598. As duas imagens sintéticas, 602 e 604, são projetadas para terem áreas sobrepostas, 606 e 608, que parecem ter uma densidade de cor de 100%, enquanto as áreas não sobrepostas 605 têm uma

15 densidade de cor de 50%. A dimensão mínima das áreas sobrepostas na imagem sintética compósita pode ser tão pequena quanto a exatidão de posicionamento de escala de magnificação sintética dos elementos de imagem de ícone e, portanto, pode ser menor do que o tamanho de recurso mínimo

20 das duas imagens sintéticas constituintes que são projetadas para se sobreporem em uma região pequena. No exemplo da Figura 23, as regiões de superposição são usadas para a criação dos caracteres para o número "10" com linhas mais estreitas do que seria possível de outra forma.

25 Este método também pode ser usado para a criação de padrões estreitos de espaços entre elementos de imagem de ícone, conforme mostrado na Figura 24b. As zonas de ícone hexagonais 609 poderiam ser quadradas ou de qualquer outro formato adequado para a feitura de um arranjo de

30 preenchimento de espaço, mas hexagonal é preferido. Neste

exemplo, metade dos padrões de ícone é da imagem de ícone 610 e metade deles é a imagem de ícone 611. De modo ideal, estes dois padrões seriam distribuídos de forma relativamente uniforme dentre as zonas de ícone. Todos os elementos destes padrões são descritos como sendo de densidade de cor substancialmente igual e uniforme. Em um isolamento, estes dois padrões não sugerem claramente a forma da imagem final, e isto pode ser usado como um elemento de dados e segurança - a imagem não é óbvia, até ser formada pela superposição do arranjo de lente. Um caso da imagem sintética 612 formada pela combinação da imagem sintética de elementos de ícone 610 com a imagem sintética de elementos de ícone 611 é mostrado, por meio do que os espaços que permanecem entre as imagens sintéticas separadas formam o número "10". Neste caso, duas imagens sintéticas são combinadas para a formação da imagem sintética final, de modo que as partes coloridas desta imagem 613 mostrem uma densidade de cor de 50%. Este método não está limitado pelos detalhes deste exemplo: três ícones poderiam ter sido usados, ao invés de dois, os espaços definindo o elemento desejado nas imagens sintéticas compósitas podendo ter larguras variáveis e uma variedade de formato ilimitada, e este método pode ser combinado com os métodos das Figuras 23, 24a, b ou 25, ou com outro método de projeto de imagem de ícone que nós ensinamos.

Uma informação oculta encoberta pode ser incorporada nas imagens de ícone que não pode ser vista nas imagens sintéticas resultantes. Ter uma informação encoberta como essa oculta nas imagens de ícone pode ser usado, por exemplo, para uma autenticação encoberta de um objeto. Dois

métodos para a realização disto são ilustrados pela Figura 25. O primeiro método é ilustrado pelo uso de imagens de ícone combinadas 616 e 618. A imagem de ícone 616 mostra um padrão de borda sólido e o número "42" contido dentro da borda. A imagem de ícone 618 mostra um formato sólido com o número "42" como um orifício gráfico naquele formato. Neste exemplo, os formatos de perímetro de imagens de ícone 616 e 618 são substancialmente idênticos e sua posição relativa dentro de suas respectivas zonas de ícone, 634 e 636, também é substancialmente idêntica. Quando uma imagem sintética compósita 620 é criada a partir destas imagens de ícone, a borda da imagem sintética compósita 622 mostrará uma densidade de cor de 100%, porque todas as imagens de ícone têm um padrão naquela área correspondente, de modo que haja uma superposição plena nas imagens sintéticas criadas a partir das imagens de ícone 616 e 618. A densidade de cor do interior 624 da imagem sintética compósita 620 será de 50%, uma vez que a imagem do espaço circundando "42" vem das imagens de ícone 618 que apenas preenchem metade das zonas de ícone, e a imagem do "42" colorido vem das imagens de ícone 616 que também preenchem metade das zonas de ícone. Conseqüentemente, não há uma diferenciação tonal entre o "42" e seu fundo, de modo que a imagem sintética compósita observada 626 mostrará uma imagem tendo uma borda de densidade de cor de 100% 628 e um interior de densidade de cor de 50% 630. O "42" presente de forma encoberta em todas as imagens de ícone 616 e 618 desse modo é "neutralizado" e não será visto na imagem sintética compósita observada 626.

Um segundo método para a incorporação de uma imagem

encoberta em imagens de ícone é ilustrado pelos triângulos 632 na Figura 25. Os triângulos 623 podem ser colocados randomicamente nas zonas de ícone (não mostradas nesta figura), ou eles podem ser colocados em um arranjo ou outro padrão que não combine substancialmente com o período das zonas de ícone 634, 632. As imagens sintéticas são criadas a partir de uma multiplicidade de imagens de ícone dispostas regularmente que têm a imagem formada por um arranjo regular correspondente de microlentes. Os padrões no plano de ícone que não correspondem substancialmente ao período do arranjo de microlente não formarão imagens sintéticas completas. O padrão de triângulos 632, portanto, não criará uma imagem sintética coerente e não será visível na imagem sintética observada 626. Este método não está limitado a desenhos geométricos simples, tais como os triângulos 632: outra informação encoberta, tal como uma informação alfanumérica, códigos de barras, bits de dados e padrões de larga escala podem ser incorporados no plano de ícone com este método.

A Figura 26 ilustra uma abordagem geral para a criação de imagens integrais plenamente tridimensionais em um material Unison (Unison 3-D). Uma zona de ícone única 640 contém uma imagem de ícone 642 que representa uma vista de escala distorcida de um objeto a ser exibido em 3-D, conforme visto de um ponto de vantagem daquela zona de ícone 640. Neste caso, a imagem de ícone 642 é projetada para formar uma imagem sintética 670 de um cubo oco 674. A imagem de ícone 642 tem um quadro em primeiro plano 644 que representa o lado mais próximo 674 de cubo oco 672, padrões de espaço afunilado 646 que representam os cantos 676 do

cubo oco 672, e um quadro de fundo 648 que representa o lado mais distante 678 do cubo oco 672. Pode ser visto que as proporções relativas do quadro de primeiro plano 644 e do quadro de fundo 648 na imagem de ícone 642 não correspondem às proporções do lado mais próximo 674 e do lado mais distante 678 do cubo oco de imagem sintética 672. A razão para a diferença de escala é que as imagens que são para aparecerem mais distantes do plano do material Unison experimentam magnificação maior, de modo que seu tamanho na imagem de ícone deve ser reduzido, de modo a prover a escala correta mediante uma magnificação para a formação da imagem sintética 672.

Em uma localização diferente do material Unison 3-D, nós encontramos a zona de ícone 650 que inclui uma imagem de ícone diferente 652. Como com a imagem de ícone 642, a imagem de ícone 652 representa uma vista em escala distorcida da imagem sintética 672, conforme visto a partir do ponto de vantagem diferente desta zona de ícone 650. O escalonamento relativo do quadro de primeiro plano 654 e do quadro de fundo 658 é similar aos elementos correspondentes de imagem de ícone 642 (embora isto não seja verdadeiro, em geral), mas a posição do quadro de fundo 658 se deslocou ao longo do tamanho e da orientação dos padrões de canto 656. A zona de ícone 660 está localizada a uma distância maior do material Unison 3-D e apresenta ainda outra imagem de ícone de escala distorcida 662, incluindo a imagem de ícone 662 com o quadro de primeiro plano 664, os padrões de espaço afunilado 667 e o quadro de fundo 668.

Em geral, a imagem de ícone em cada zona de ícone em um material Unison 3-D será ligeiramente diferente de seus

vizinhos próximos e pode ser significativamente diferente de seus vizinhos distantes. Pode ser visto que a imagem de ícone 652 representa um estágio de transição entre as imagens de ícone 642 e 662. Em geral, cada imagem de ícone em um material Unison 3-D pode ser única, mas cada uma representará um estágio de transição entre as imagens de ícone para qualquer lado delas.

A imagem sintética 670 é formada a partir de uma multiplicidade de imagens de ícone como as imagens de ícone 640, 650 e 660, conforme com a imagem formada sinteticamente através de um arranjo de lente associado. A imagem sintética do cubo oco 674 mostra os efeitos de fatores de magnificação sintética diferentes que resultam de períodos de repetição efetivos dos diferentes elementos de cada uma das imagens de ícone. Assumamos que a imagem de cubo oco 674 seja pretendida para ser vista como uma imagem de SuperDeep. Neste caso, se a zona de ícone 640 for disposta a alguma distância da esquerda inferior de zona de ícone 650, e a zona de ícone 660 for disposta a alguma distância da direita superior da zona de ícone 650, poderá ser visto que o período efetivo dos quadros de primeiro plano 644, 654 e 664 será menor do que aquele dos quadros de fundo 648, 658 e 668, desse modo se fazendo com que a face mais próxima 676 do cubo (correspondente aos quadros de primeiro plano 644, 654 e 664) ficasse mais próxima do plano do material Unison e a face mais distante 678 do cubo ficasse mais profunda e mais distante do plano do material Unison, e fosse magnificada por um fator maior. Os elementos de canto 646, 656 e 667 se coordenam com os elementos de primeiro plano e de fundo para a criação do

efeito de mudança suave de profundidade entre eles.

O método de projeto de imagens de ícone para um Unison 3-D é mais plenamente descrito na Figura 27. Esta figura isola o método para um projetor de imagem único 680.

5 Conforme descrito previamente, um projetor de imagem único inclui uma lente, um espaçador ótico e uma imagem de ícone; a imagem de ícone tendo substancialmente as mesmas dimensões que o período de repetição da lente (permitindo-se pequenas diferenças na escala que criam os efeitos
10 visuais de Unison). O campo de visão para a lente e seu ícone associado são mostrados como o cone 682: isto também corresponde a uma inversão do cone focal da lente, de modo que proporções do cone de campo de visão 682 sejam determinadas pelo F# da lente. Embora a figura mostre este
15 cone como tendo uma base circular, o formato de base na realidade será o mesmo que o formato de uma zona de ícone, tal como um hexágono.

Neste exemplo, desejamos criar uma imagem sintética Unison 3-D que incorpora três cópias da palavra "UNISON"
20 686, 690 e 694 no mesmo tamanho visual em três planos de imagem de SuperDeep diferentes 684, 690 e 692. O diâmetro dos planos de imagem 684, 690 e 692 se expande com o cone de campo de visão: em outras palavras, conforme a profundidade da imagem aumenta, a área coberta pelo cone de
25 campo de visão aumenta. Assim, o campo de visão no plano de profundidade mais rasa 684 apenas envolver as porções de "NIS" da palavra UNISON, enquanto o plano de profundidade média 688 envolve todo o "NIS" e porções de "U" e "O", e o plano de profundidade mais profunda 692 envolve quase todo
30 o "UNISON", carecendo apenas de parte do "N" final.

A informação que eles apresentaram (UNISONS 686, 690 e 694) por cada um destes planos de imagem sintética 684, 688 e 692 devem finalmente ser incorporadas em uma imagem de ícone única em um projetor de imagem 680. Isto é realizado pela captura da informação no cone de campo de visão 686 em cada plano de profundidade 684, 688 e 692, então, escalonando-se os padrões de imagem de ícone resultantes para as mesmas dimensões. A imagem de ícone 696 representa o campo de visão de imagem UNISON 686, conforme visto no plano de profundidade 684, a imagem de ícone 704 representa o campo de visão de imagem UNISON 690, conforme visto no plano de profundidade 688, e a imagem de ícone 716 representa o campo de visão de imagem UNISON 694, conforme visto no plano de profundidade 692.

Dentro da imagem de ícone 696, os elementos de imagem de ícone 698 se originam a partir de uma porção do primeiro "N" da imagem UNISON 686, o elemento de imagem de ícone 700 se origina a partir de uma porção do "I" da imagem UNISON 686, e os elementos de imagem de ícone 702 se originam das porções do "S" de imagem UNISON 686. Na imagem de ícone 704, o elemento de imagem de ícone 706 se origina a partir de uma porção do "U" da imagem UNISON 690, o elemento de imagem de ícone 708 se origina a partir de uma porção do "N" da imagem UNISON 690, o elemento de imagem de ícone 710 se origina a partir de uma porção do "S" da imagem UNISON 690, e o elemento de imagem de ícone 714 se origina a partir de uma porção do "O" da imagem UNISON 690. Note que embora as imagens sintéticas 686, 690 e 694 estejam presentes em uma escala similar, a imagem de ícone 704 para o plano de profundidade média 688 apresenta suas letras

UNISON em uma escala menor do que aquelas da imagem de ícone 696. Isto considera a magnificação sintética mais alta que a imagem de ícone 704 experimentará (quando combinada sinteticamente com uma multiplicidade de imagens de ícone circundantes para o mesmo plano de profundidade). De uma maneira similar, a imagem de ícone 716 incorpora elementos de imagem de ícone 718 que se originam a partir da imagem UNISON 694 e as letras UNISON incorporadas em sua imagem de ícone estão em uma escala mais reduzida.

A imagem de ícone final para este projetor de imagem é criada pela combinação destas três imagens de ícone 696, 704 e 716 em uma imagem de ícone única 730, mostrada na Figura 28. Os elementos de ícone combinados 732 incorporam toda a informação gráfica e de profundidade necessária para o projetor de imagem 680 para fazer sua contribuição para a imagem sintética formada a partir de uma multiplicidade de projetores de imagem, cada um incorporando a informação de imagem de ícone específica que resulta da interseção de seu próprio cone de campo de visão, centralizado no projetor de imagem, com os níveis e elementos da imagem sintética a ser produzida. Uma vez que cada projetor de imagem é exibido por pelo menos um período de repetição de lente a partir de todo outro projetor de imagem, cada projetor de imagem portará uma informação diferente resultante da interseção de seu cone de campo de visão com o espaço de imagem sintética.

Cada uma das imagens de ícone requeridas para apresentação de uma imagem 3-D escolhida pode ser computada a partir do conhecimento do modelo digital tridimensional da imagem sintética, da posição de profundidade desejada e

do vão de profundidade a ser apresentado na imagem sintética, do período de repetição de lente, do campo de visão de lente e da resolução gráfica final das imagens de ícone. Este último fator impõe um limite superior no nível de detalhe que pode ser apresentado em cada plano de profundidade. Uma vez que os planos de profundidade que ficam mais distantes no plano do material Unison portam uma quantidade maior de informação (por causa do campo de visão aumentado), o limite de resolução gráfica dos ícones tem um impacto maior sobre a resolução destes planos de profundidade de imagem sintética.

A Figura 29 ilustra como o método da Figura 27 pode ser aplicado a uma imagem sintética tridimensional complexa, tal como uma imagem do artefato de marfim de mamute escavado da idade do gelo inestimável, a Lady de Brassempouy 742. O projetor de imagem individual 738, que incorpora pelo menos uma lente, um elemento de espaçamento ótico e uma imagem de ícone (não mostrada nesta figura), fica no plano 740 de um material Unison que separa o espaço de imagem sintética flutuante (float) do espaço de imagem sintética profunda (deep). Neste exemplo, o espaço de imagem sintética cobre o material Unison de modo que separe o espaço de imagem sintética de float do espaço de imagem sintética de deep. Neste exemplo, o espaço de imagem sintética cobre o material Unison de modo que uma porção da imagem fique no espaço de imagem sintética de float e uma porção fique no espaço de imagem sintética de deep. O projetor de imagem 738 tem um campo de visão substancialmente cônico que se estende para o espaço de imagem sintética de deep 744 e para o espaço de imagem

sintética de float 746. Um número escolhido de planos de imagem de deep é selecionado, 748 e 752-762, em qualquer espaçamento que seja requerido para a obtenção da resolução de espaço de imagem sintética de deep desejada. De modo similar, um número escolhido de planos de imagem de float é selecionado, 750 e 764 a 774, em qualquer espaçamento que seja requerido para a obtenção da resolução de espaço de imagem sintética de float desejada. Alguns destes planos, tais como os planos de deep 748 e os planos de float 750, estender-se-ão além da imagem sintética e não contribuirão para a informação na imagem de ícone. Por clareza, o número de planos de imagem mostrado na Figura 29 está limitado a um número pequeno, mas o número real de planos de imagem selecionados pode ser alto, tal como de 50 ou 100 planos, ou mais, para a obtenção da resolução de profundidade de imagem sintética desejada.

O método das Figuras 27 e 28 então é aplicado para a obtenção da imagem de ícone em cada plano de profundidade pela determinação do formato da interseção da superfície do objeto 742 com o plano de profundidade selecionado 756 a 774. As imagens de ícone separadas resultantes são escalonadas para o tamanho final da imagem de ícone combinada. Todas as imagens de ícone de float são primeiramente rodadas 180 graus (porque elas sofrem aquela rotação de novo, quando são projetadas, desse modo retornando-as para sua orientação correta na imagem sintética), então elas são combinadas com as imagens de ícone de deep para a formação da imagem de ícone final para este projetor de imagem 738. Este processo é repetido para cada uma das posições dos projetores de imagem para a

obtenção do padrão completo de imagens de ícone requerido para a formação da imagem sintética plena 742.

A resolução da imagem sintética depende da resolução dos projetores de imagem e da resolução gráfica das imagens de ícone. Nós obtivemos resoluções de imagem de ícone menores do que 0,1 micron, que excedem ao limite de resolução ótica teórico de ótica de magnificação (0,2 microns). Uma imagem de ícone típica é criada com uma resolução de 0,25 microns.

Os materiais Unison podem ser fabricados por um processamento de folha ou manta utilizando ferramentas que incorporam separadamente as lentes e as microestruturas de ícone. Ambas as ferramentas de lente e as ferramentas de ícone são originadas usando-se fotomáscaras e métodos de fotorresistência.

As ferramentas de lente inicialmente são projetadas como máscaras do tipo de semicondutor, tipicamente cromo preto sobre vidro. As máscaras tendo resolução suficiente podem ser criadas por fotorredução, escrita com feixe de elétrons, ou escrita a laser. Uma máscara típica para uma ferramenta de lente incorporará um padrão de repetição de hexágonos opacos em um período escolhido, tal como de 30 microns, com linhas claras separando os hexágonos que são menores do que 2 microns de largura. Esta máscara então é usada para exposição da fotorresistência sobre uma placa de vidro, usando-se um sistema de exposição a UV de semicondutor convencional. A espessura da resistência é selecionada para a obtenção da fecha desejada da lente. Por exemplo, uma espessura de 5 microns de fotorresistência positiva AZ 4620 é revestida sobre uma placa de vidro por

meios adequados, tal como por revestimento com giro, revestimento por mergulho, revestimento com menisco ou aspersão, para a formação de lentes tendo uma repetição nominal de 30 microns e um comprimento focal nominal de 35
5 microns. A fotorresistência é exposta com o padrão de máscara, e revelada até o vidro de uma maneira convencional, então, seca e desgasificada a 100 °C por 30 minutos. As lentes são formadas por refluxo térmico de acordo com métodos padronizados, que são conhecidos na
10 técnica. As microlentes de fotorresistência resultantes são revestidas com um metal condutivo, tal como ouro ou prata, e uma ferramenta de níquel negativa é criada por eletroformação.

As ferramentas de ícone são criadas de uma maneira
15 similar. Um padrão de ícone é projetado tipicamente com o auxílio de um software de CAD, e este projeto é transmitido para um fabricante de máscara de semicondutor. Esta máscara é usada de uma maneira similar à máscara de lente, exceto pelo fato de a espessura da resistência a ser exposta estar
20 na faixa de 0,5 microns a 8 microns, dependendo da densidade ótica da imagem sintética desejada. A fotorresistência é exposta com o padrão de máscara, revelada até o vidro de uma maneira convencional, revestida com um metal condutivo e uma ferramenta de níquel negativa
25 é criada por eletroformação. De acordo com a escolha do desenho de máscara original com a escolha de tipo de resistência usado (positivo ou negativo), os ícones podem ser criados na forma de vazios no padrão de resistência, ou eles podem ser criados na forma de "planaltos" ou colunas
30 no padrão de resistência, ou ambos.

Os materiais Unison podem ser fabricados a partir de uma variedade de materiais e uma multiplicidade de métodos que são conhecidos na técnica de microótica e replicação de microestrutura, incluindo gravação com extrusão, fundição curada com radiação, gravação suave, e moldagem por injeção, moldagem por injeção com reação e fundição com reação. Um exemplo de método de fabricação é formar os ícones como vazios em um polímero líquido curado com radiação que é fundido contra um filme de base, tal como um filme de PET de adesão promovida de calibre 75, então, formar as lentes a partir de um polímero curado com radiação na face oposta do filme de base em um alinhamento correto ou inclinação com respeito aos ícones, então, preencher os vazios de ícone com um material de coloração pigmentado de partícula de submícron por uma lâmina de raspagem tipo de gravura contra a superfície de filme, solidificar o preenchimento por meios adequados (por exemplo, remoção de solvente, cura com radiação ou reação química) e, finalmente, aplicar uma camada de selagem opcional que pode ser clara, tingida, pigmentada ou incorporar materiais de segurança encobertos.

A fabricação do material Unison Motion requer que a ferramenta de ícone e a ferramenta de lente incorporem um grau escolhido de desalinhamento dos eixos de simetria dos dois arranjos. Este desalinhamento dos eixos de simetria dos padrões de ícone e de lente controla o tamanho de imagem sintética e a rotação de imagem sintética no material produzido. Frequentemente é desejável prover as imagens sintéticas substancialmente alinhadas com a direção de manta ou a direção transversal de manta, e, nestes

casos, o desalinhamento angular total dos ícones e das lentes é dividido igualmente entre o padrão de lente e padrão de ícone. O grau de desalinhamento angular requerido usualmente é bastante pequeno. Por exemplo, um
5 desalinhamento angular total da ordem de 0,3 graus é adequado para a magnificação de imagens de ícone de 30 microns para um tamanho de 5,7 mm em um material Unison Motion. Neste exemplo, o desalinhamento angular total é dividido igualmente entre as duas ferramentas, de modo que
10 cada ferramenta seja inclinada através de um ângulo de 0,15 graus na mesma direção para ambas as ferramentas. A inclinação é na mesma direção porque as ferramentas formam microestruturas em faces opostas de um filme de base, de modo que as inclinações das ferramentas se somem uns aos
15 outros, ao invés de se cancelarem.

Uma inclinação pode ser incorporada nas ferramentas ao mesmo tempo em que o projeto original das máscaras pela rotação do padrão inteiro através do ângulo desejado, antes de se escrevê-lo. Uma inclinação também pode ser
20 incorporada mecanicamente em uma ferramenta de níquel plana pelo corte dela no ângulo apropriado com uma ferramenta de usinagem de controle numérico. A ferramenta inclinada então é formada em uma ferramenta cilíndrica usando-se uma borda de corte inclinado para alinhamento da ferramenta com o
25 eixo geométrico de rotação de um cilindro de impressão.

O sistema microótico de magnificação sintética aqui pode ser combinado com recursos adicionais, incluindo, mas não limitando estas modalidades como elementos únicos ou em várias combinações, tais como materiais de preenchimento de
30 ícone, revestimentos traseiros, revestimentos de topo,

padronizados e não padronizados, preenchimento ou inclusões na lente, espaçador ótico ou materiais de ícone, como um laminado ou revestimento, tintas e/ou adesivos incluindo um solvente aquoso, ou curáveis com radiação, óticamente transparentes, translúcidos ou opacos, índices pigmentados ou tingidos na forma de um material positivo ou negativo, revestimentos, ou uma impressão incluindo, mas não limitando tintas, metais, materiais fluorescentes ou magnéticos, materiais de absorção ou emissão de raios X, infravermelho ou ultravioleta, metais magnéticos e não magnéticos, incluindo alumínio, níquel, cromo, prata e ouro; revestimentos e partículas magnéticos para a detecção ou armazenamento de uma informação; corantes e pigmentos fluorescentes como revestimentos e partículas; revestimentos, preenchimento, corantes ou partículas fluorescentes em IR; revestimentos, preenchimento, corantes ou partículas fluorescentes em UV; tinta e pigmentos fosforescentes como revestimentos e partículas, pranchetas, marcadores de DNA, RNA ou de outras macromoléculas, fibras dicróicas, radioisótopos, revestimentos receptivos de impressão, colagem ou aplicações de material de base, materiais quimicamente reativos, ingredientes microencapsulados, materiais afetados por campo, partículas e revestimentos condutivos metálicos e não metálicos, orifícios microperfurados, fios ou fibras coloridos, retalhos de Unison embutidos na superfície de um documento, etiqueta ou superfície de material, ligados a papel ou polímero como um veículo para a adesão a um papel, durante uma fabricação, fios ou partículas dicróicas fluorescentes, revestimentos ou partículas de dispersão de Raman,

revestimentos ou partículas de deslocamento de cor, papel laminado com Unison, papelão, cartolina, plástico, cerâmica, tecido ou substrato de metal, Unison como um fio, retalho, rótulo, invólucro, folha de estampagem a quente ou
5 fita de rasgar, elementos holográficos, difrativos, cinegramas difrativos, isogramas, elementos óticos fotográficos ou refrativos, materiais de cristal líquido, materiais de conversão para cima e conversão para baixo.

Embora o componente de imagem de ícone tenha sido
10 detalhado em conjunto com o arranjo mencionado anteriormente de elementos de focalização, o componente de imagem de ícone pode ser usado para a provisão da "impressão" de imagem em outras aplicações. Por exemplo, a Fig. 34 é uma seção transversal através da camada de ícone
15 821 de uma modalidade de um material que porta elementos de ícone microestruturados, por exemplo, um arranjo de elementos de ícone microestruturados. A camada de ícone 821 mostrada pode constituir a camada de ícone do presente sistema de projeção de imagem microótico de magnificação
20 sintética, um sistema de magnificação de moiré, a camada de ícone de um sistema de magnificação de "tranca e chave" (descrito abaixo), uma camada independente de microimagens ou "microimpressão" efetiva, a camada de ícone de um sistema de filme de imagem lenticular cilíndrica micro, ou
25 a imagem ou camada de ícone de outro sistema microótico.

A camada de ícone 821 pode ser independente ou opcionalmente pode ser provida em um substrato 820 ou um substrato transparente 820 (o último sendo requerido, se a camada de ícone constituir um elemento em um sistema de
30 magnificação de moiré, onde a camada de ícone 821 é

oticamente acoplada a um arranjo de microlente através do substrato transparente 820). O substrato opcional ou o substrato transparente 820 suporta ou está em contato com a camada de ícone 821 que incorpora uma variedade de microestruturas que podem atuar como elementos de imagens de ícone. Os elementos de ícone microestruturados podem ser formados como recessos ou áreas elevadas em uma camada de material, tal como a camada de ícone 821, ou em um substrato. Os elementos de imagem de ícone microestruturados podem assumir uma ampla variedade de formas e geometrias, incluindo, mas não limitando, padrões de vazio assimétricos 822, padrões de vazio simétricos 823, padrões de armadilha luminosa 824, padrões de relevo de superfície holográfica 825, padrões de relevo de superfície difrativa generalizada 826, padrões estruturados binários 827, padrões de relevo "óticos binários", "de cor estrutural" e em degrau em geral 828, padrões rugosos randômicos e pseudo-randômicos rugosos 829, padrões de superfície nominalmente plana 830, e padrões côncavos 831 e convexos 832 (conforme visto a partir do lado inferior, conforme desenhado, da camada de ícone).

A camada de ícone 821 pode incorporar um arranjo ou padrão de microestruturas homogêneas, por exemplo, padrões de vazio unicamente assimétricos 822. Alternativamente, a camada de ícone 821 pode incorporar um arranjo ou padrão de duas ou mais modalidades de microestrutura 822 a 832. As microestruturas servem como elementos de ícone que podem ser formados em um arranjo de elementos de ícone microestruturados que coletivamente formam uma imagem, similar a um grupo ou arranjo de pixels formando uma imagem

impressa convencional. Por exemplo, um sistema pode ser criado tendo um arranjo de elementos de ícone microestruturados que podem ser combinados com o arranjo mencionado anteriormente de elementos de focalização, onde os dois arranjos cooperam para a formação de uma imagem sintética ótica que pode ou não ser magnificada. Um sistema também pode ser criado tendo um arranjo de elementos de ícone microestruturados que coletivamente formem uma imagem "microimpressa" pretendida para ser vista mediante magnificação, tal como uma visualização através de uma lente de magnificação ou com o auxílio de um microscópio.

Os elementos de ícone microestruturados 822 a 832 da Fig. 34 podem ser projetados para exibirem um contraste ótico dentro de suas partes e entre suas partes e as áreas não estruturadas circundantes da camada de ícone 821, quando os elementos de ícone forem imersos em ou estiverem em contato com um vácuo, um gás (incluindo gases misturados, tal como ar), um líquido ou um sólido. O contraste ótico pode surgir de refração, reflexão interna total, reflexão de superfície, dispersão, polarização parcial, polarização, rotação ótica, difração, interferência ótica e outros efeitos óticos.

Elementos de ícone microestruturados

A Fig. 35 é uma seção transversal que ilustra a camada de ícone revestida 777 que incorpora várias modalidades de elemento de imagem de ícone microestruturado. A camada de ícone 777 é similar à camada de ícone 821 da Fig. 34, e também pode ser independente ou opcionalmente pode ser provida em um substrato 775 ou em um substrato transparente 775. As modalidades de elemento de ícone ilustradas podem

incluir aquelas da Fig. 34, incluindo padrões de vazio assimétricos 779, padrões de vazio simétricos 781, padrões de armadilha luminosa 783, padrões de relevo de superfície holográfica 785, padrões de relevo de superfície difrativa 5 generalizada 787, padrões estruturados binários 789, padrões de relevo "óticos binários", "de cor estrutural" e em degrau em geral 791, padrões rugosos randômicos e pseudo-randômicos rugosos 795, padrões de superfície nominalmente plana 797, e padrões côncavos 799 e convexos 10 801 (conforme visto a partir do lado inferior, conforme desenhado, da camada de ícone).

Os elementos de imagem de ícone microestruturados são formados na camada de ícone usando-se qualquer uma das ferramentas e métodos mencionados anteriormente de 15 elementos de imagem de ícone microestruturados.

Qualquer microestrutura de elemento de ícone pode ser revestida com um material de revestimento conformador, não conformador e/ou direcional 793.

Revestimentos padronizados

20 O material de revestimento 793 pode ser conformador, não conformador, contínuo, descontínuo, padronizado, não padronizado, direcional, ou ele pode ter propriedades ou materiais diferentes da camada de ícone 777, ou combinações dos mesmos. Uma padronização de material de revestimento 25 793 pode prover elementos de imagem de ícone que sejam coordenados com padrões de elemento de imagem microestruturado ou independentes dos padrões de elemento de imagem microestruturado, ou ambos. O material de revestimento 793 pode ser padronizado para a provisão de 30 elementos de imagem de ícone na superfície da camada de

ícone 777, independentemente de a camada de ícone 777 incorporar ou não quaisquer padrões microestruturados. O material de revestimento 793, padronizado ou não padronizado não precisa cobrir a superfície inteira de 5 camada de ícone 777. O material de revestimento pode ser aplicado apenas a porções selecionadas da camada de ícone 777.

Por exemplo, os elementos de imagem de ícone podem ser formados pela criação de uma camada de alumínio desmetalizada de padrão como um material de revestimento 10 (como um exemplo de material de revestimento 793) em uma camada de ícone de poliéster (como um exemplo da camada de ícone 777) em uma área da camada de ícone de poliéster que não tem qualquer microestrutura formada nela (tal como 15 ilustrado na Fig. 40 discutida abaixo). Neste exemplo, a camada de alumínio desmetalizada de padrão provê imagens de ícone sem o uso de superfícies microestruturadas sobre a camada de ícone. Uma camada de alumínio desmetalizada de padrão como essa também pode ser usada em conjunto com 20 elementos de imagem de ícone microestruturados em outra região da camada de ícone de poliéster. A camada de alumínio desmetalizada de padrão pode se coordenar com os elementos de imagem de ícone microestruturados, de modo que sua aparência pretendida seja melhorada pela camada de 25 alumínio desmetalizada de padrão, ou as imagens de ícone providas pela camada de alumínio desmetalizada de padrão podem ser independentes dos elementos de imagem de ícone microestruturados de camada de ícone, de modo que as imagens de ícone de camada de alumínio desmetalizada de 30 padrão sejam usadas para a criação de uma imagem sintética,

enquanto os elementos de imagem de ícone microestruturados são usados para a criação de uma segunda imagem sintética.

Imagens positivas e negativas, incluindo revestimentos padronizados

5 Ambos os elementos de imagem de ícone microestruturados e os revestimentos de camada de ícone padronizados podem ser usados para a formação de imagens positivas ou de imagens negativas (veja, também, a Fig. 40 abaixo), de modo que qualquer um destes elementos de imagem
10 pode assumir as propriedades de "primeiro plano" escolhidas ou as propriedades de "fundo" escolhidas, enquanto as regiões circundantes assumem o restante das propriedades. Assim, os elementos de imagem de ícone podem ser usados para a formação de imagens normais ou imagens de cor
15 invertida, e imagens sintéticas normais ou imagens sintéticas de cor invertida correspondentemente.

 Como um exemplo, qualquer um destes métodos de elemento de imagem de ícone pode ser usado para a provisão de imagens (tal como uma denominação de papel-moeda - "50")
20 que são opacas ou em uma primeira cor contra um fundo transparente ou um fundo de uma segunda cor, enquanto em uma região diferente da camada de ícone 777 o padrão de coloração pode ser invertido, de modo que as imagens sejam transparentes ou de uma segunda cor, enquanto o fundo é
25 opaco ou da primeira cor.

Modalidades de elemento de imagem de ícone usadas para microimpressão

 Embora todas e quaisquer das modalidades de elemento de imagem de ícone da presente exposição possam ser usadas
30 como elementos de um sistema de magnificação de moiré, elas

também podem ser usadas sozinhas como uma microimpressão de ultra-alta resolução para uma ampla faixa de aplicações. Os métodos de elemento de imagem de ícone da presente invenção podem ser usados para a criação de uma microimpressão para um armazenamento de informação compacto, para uma identificação encoberta de papel-moeda, documentos, embalagens e artigos fabricados, para um código de barras e uma marcação digital de papel-moeda, documentos, embalagens e artigos fabricados, e para todas as aplicações que puderem se beneficiar de uma impressão de resolução ultra-alta ou de uma marcação de informação. Nesta modalidade, um padrão ou arranjo de elementos de ícone microestruturados é provido, que coletivamente formam uma imagem ou provêem uma determinada informação que requer magnificação para ser vista.

As Fig. 36 (a, b) apresentam uma seção transversal através da camada de ícone 836 de um material que porta um conjunto similar de elementos de imagem de ícone microestruturados como nas Fig. 34 e 35 com a adição de camadas de material de revestimento 838 e 840. A camada de ícone 836 mostrada poderia constituir a camada de ícone de um sistema de magnificação de moiré, a camada de ícone de um sistema de magnificação de "tranca e chave" (descrito abaixo), uma camada independente de microimagens ou "microimpressão" efetiva, a camada de ícone de um sistema de filme de imagem lenticular cilíndrica micro, ou a imagem ou camada de ícone de outro sistema microótico.

A camada de ícone 836 pode ser independente ou opcionalmente pode ser provida em um substrato 834 ou um substrato transparente 834. O substrato opcional ou o

substrato transparente 834 suporta ou está em contato com a camada de ícone 836 que incorpora uma variedade de microestruturas que podem atuar, sozinhas ou em combinação, como elementos de imagens de ícone. Os elementos de imagem de ícone microestruturados podem assumir uma ampla variedade de formas e geometrias, incluindo, mas não limitando, as modalidades 844 a 864 correspondentes àquelas da Fig. 34.

Conforme ilustrado na Fig. 36(a), a camada de ícone 836 portando os elementos de ícone microestruturados 844 a 856 é mostrada como sendo laminada com um adesivo de laminação 838 a uma camada de material de revestimento 840 que pode ser suportada por um substrato ou um substrato transparente 842. O adesivo de laminação 838 pode ser aplicado à camada de ícone 836 primeiramente, então, colocado em contato com a camada de material de revestimento 838, conforme é indicado pelos espaços no adesivo de laminação mostrado para os elementos de ícone microestruturados 844 e 846, ou o adesivo de laminação 838 pode ser aplicado, também ou ao invés disso, à camada de material de revestimento 840 primeiramente, então, colocado em contato com a camada de ícone 836, conforme indicado pela camada contínua de adesivo de laminação 838 mostrada para os elementos de imagem de ícone microestruturados 848 a 856.

Nesta modalidade, a camada de material de revestimento 840 está em grande proximidade com ou em contato com os elementos de imagem de ícone microestruturados 844 a 856. A camada de revestimento é similar à camada de revestimento 793 da Fig. 34 e pode ter um efeito conforme descrito em

relação à camada de revestimento 793.

Na Fig. 36(b), uma seção transversal é mostrada de camada de ícone 837 portando os elementos de imagem de ícone microestruturados 858 a 864, sendo mostrada como sendo laminada usando-se o adesivo de laminação 839 para o substrato laminado 843 que porta a camada de material de revestimento 841. Embora o adesivo de laminação 839 seja mostrado como tendo sido aplicado à camada de ícone 837 e, então, colocado em contato com o substrato de laminação 843, deve ser entendido que o adesivo de laminação 839 pode ser aplicado, também ou ao invés disso, ao substrato de laminação 843 primeiramente e, então, colocado em contato com a camada de ícone 837.

Nesta modalidade, a camada de material de revestimento 841 é separada da camada de ícone 837 pelo substrato de laminação 843. A camada de revestimento 841 pode ser de qualquer um dos materiais previamente listados para as camadas de revestimento 840 e 793.

Embora os elementos de imagem de ícone microestruturados 844 a 864 sejam mostrados na Fig. 36(a) como sendo não preenchidos, pelo menos uma porção dos elementos de imagem de ícone microestruturados 844 a 864 pode ser opcionalmente preenchida com um material de preenchimento de ícone ou revestida com um material de revestimento conformador, não conformador ou direcional, antes da laminação. Os elementos de ícone microestruturados não precisam ser completamente preenchidos. Quando preenchidos, eles podem ser apenas parcialmente preenchidos ou preenchidos em uma porção.

Os elementos de ícone microestruturados podem ser

apresentados como imagens positivas ou negativas, ou ambos. Nas Fig. 37(a a c), a camada de ícone 868 pode ser independente ou opcionalmente pode ser provida sobre um substrato 866 ou um substrato transparente 866. A camada de ícone 868 opcionalmente pode ser provida com uma camada de material de revestimento 870 que pode cobrir parcial ou completamente a camada de ícone 868.

Na Fig. 37(a), a camada de ícone 868 porta duas zonas de elementos de ícone microestruturados: os elementos de ícone positivos 872 e os elementos de ícone negativos 874. Para fins de ilustração, as formas gerais dos elementos de ícone positivos 872 foram espelhadas nas formas dos elementos de ícone negativos 874. Um material de revestimento opcional 870 é mostrado como um revestimento conformador sobre os ícones positivos 872, e um material não conformador sobre os ícones negativos 874 - por exemplo, apenas - ambos os revestimentos conformadores e não conformadores podem ser empregados em conjunto com os ícones positivos 872 e com os ícones negativos 874.

Padrões de objeto dos elementos de imagem de ícone positivos 872 são providos como depressões ou vazios 871 na camada de ícone 868, enquanto as áreas de fundo de elementos de imagem de ícone positivos 872 são providas como áreas elevadas na área de ícone positivo 872. As áreas de fundo de elementos de imagem de ícone negativos 874 são providas como depressões 875 na camada de ícone 868 e os padrões de objeto de elementos de imagem de ícone negativos 874 são providos como áreas elevadas na camada de ícone.

A Fig. 37(b) ilustra como o efeito de elementos de ícone positivos e negativos e padrões é particularmente

dramático, quando os ícones são preenchidos com um material de preenchimento de ícone tendo propriedades diferentes do material de camada de ícone 868. Uma área diferente de camada de ícone 868 e de substrato opcional 866 é mostrada com os ícones positivos preenchidos 876 e os ícones negativos preenchidos 880. O material de preenchimento de ícone 878 forma os padrões de objeto 886 dos elementos de ícone positivos 876, mas o fundo dos elementos de ícone negativos preenchidos 880.

Uma vista plana detalhada 882, ver a Fig. 37(c), dos elementos de ícone positivos preenchidos 890 e dos elementos de ícone negativos preenchidos 892 mostra o elemento de ícone positivo preenchido 886 que aparece diferente 888 da aparência de fundo circundante 884. Por exemplo: uma diferença comum entre a aparência de um elemento de ícone positivo preenchido e do fundo circundante é a cor. Se um material de preenchimento de ícone 878 portar um pigmento, corante ou outro material de coloração, então, o elemento de ícone positivo preenchido 886 mostrará uma alta concentração 893 do material de preenchimento de ícone 886, enquanto a área de fundo circundante 884 não. De uma maneira similar, o fundo de elementos de ícone negativos preenchidos 892 mostrará uma alta concentração do material de preenchimento de ícone 886, enquanto os padrões de objeto de elementos de ícone negativos preenchidos 892 mostrarão uma deficiência 894 do material de preenchimento de ícone.

Por estes meios, e em combinação com outros ensinamentos aqui, pode ser visto que ambos os elementos de ícone de imagem positivos e negativos podem ser feitos.

Quando usados como elementos de um sistema de magnificação de moiré, estes elementos de ícone de imagem positivos e negativos podem ser empregados para a produção de imagens sintéticas positivas e negativas. Os elementos de imagem positivos e negativos podem ser usados unicamente ou em combinação.

Uma amostragem representativa de modalidades combinando ícones preenchidos e revestimentos é apresentada na Fig. 38 (a a c). A camada de ícone 898 pode ser independente ou opcionalmente pode ser provida sobre um substrato 896 ou um substrato transparente 896. O substrato opcional ou o substrato transparente 896 suporta ou está em contato com a camada de ícone 898 que incorpora uma variedade de microestruturas que podem atuar, sozinhas ou em combinação, como elementos de imagens de ícone.

A Fig. 38(a) mostra um material de revestimento 900 que foi aplicado por meios adequados (conforme descrito para a Fig. 35) a pelo menos uma porção da superfície de camada de ícone 898. O material de revestimento 900 é mostrado nesta figura como sendo conformador à superfície da camada de ícone 898, mas poderia ser não conformador, descontínuo, padronizado ou consistir em áreas revestidas tendo propriedades e/ou materiais diferentes. Os elementos de ícone positivos 904 têm suas microestruturas de padrão de objeto preenchidas com um material de preenchimento de ícone 902 e seus elementos de fundo não preenchidos. Os elementos de ícone negativos 906 e têm suas microestruturas de fundo preenchidas com um material de preenchimento de ícone 902, enquanto suas microestruturas de padrão de objeto 908 são não preenchidas.

A modalidade mostrada na Fig. 38(a) pode prover um melhoramento visual das imagens de ícone através de efeitos óticos diferentes produzidos por ângulos de visualização diferentes do material de revestimento 900 e do material de preenchimento de ícone 902. Por exemplo, se o material de revestimento 900 for uma camada fina de alumínio, de modo que seja substancialmente transparente, quando vista a partir de uma direção normal com o plano da camada de ícone 898, as regiões centrais dos elementos de ícone preenchidos parecerão substancialmente da mesma cor como se fossem sem o revestimento. A refletividade de uma camada de alumínio fina aumenta com um ângulo de incidência crescente, resultando no surgimento de um contorno de alto contraste dos elementos de ícone. Se o material de revestimento 900 for um revestimento dielétrico de camada única ou de camada múltipla, a cor do revestimento poderá ser diferente em ângulos de visualização diferentes, desse modo se adicionando um efeito de pintura de cor ou destaque de cor para os lados dos elementos de ícone. Outros tipos de materiais de revestimento podem ser usados para promoção de adesão, para produção de efeitos visuais adicionais ou para a provisão de recursos de autenticação encobertos, que podem ser lidos em máquina ou forenses ao material. Será entendido que os elementos de ícone não precisam ser preenchidos ou revestidos. Eles podem preencher parcialmente apenas alguns dos elementos de ícone.

A modalidade mostrada na Fig. 38(b) inverte a ordem de preenchimento de ícone e revestimento em relação à Fig. 38(a), onde os ícones microestruturados são preenchidos primeiramente com o material de preenchimento de ícone 902

e, então, revestidos com o material de revestimento 900. A camada de ícone 898 pode ser provida opcionalmente sobre o substrato 896 ou o substrato transparente 896, ou pode ser independente. Os elementos de ícone 910 e 912 são
5 preenchidos com o material de preenchimento de ícone 902 e, então, opcionalmente, cobertos com o material de revestimento 900.

O efeito visual da modalidade da Fig. 38(b) geralmente será diferente do efeito visual da Fig. 38(a), mesmo se os
10 mesmos materiais forem usados para o material de revestimento 900 e o material de preenchimento de ícone 902. O material de revestimento 900 pode ou não ser visível através do material de preenchimento de ícone 902, dependendo das propriedades óticas do material de
15 preenchimento de ícone 902. O material de revestimento 900 é diretamente visível nas áreas entre os ícones preenchidos.

Desde que os elementos de ícone sejam preenchidos de forma substancialmente completa com o material de
20 preenchimento de ícone 902, em todos os lugares em que o material de revestimento 900 seja visível, visto através do material de preenchimento de ícone 902 ou visto diretamente, o material de revestimento 900 será substancialmente paralelo à superfície da camada de ícone
25 898. Assim, a presença do material de revestimento 900 pode modificar a aparência geral do material de preenchimento de ícone 902, mas não provê uma função de melhoria de contorno ou borda, como na Fig. 38(a). O material de revestimento 900 pode ser projetado para ter outros efeitos ou funções,
30 além de ou no lugar de um efeito ótico - por exemplo, o

material de revestimento 900 pode permitir uma autenticação não de contato, uma detecção ou uma identificação de um objeto ao qual a camada de ícone 898 seja aplicada.

Se os elementos de ícone forem subpreenchidos com o material de preenchimento de ícone 902, então, o material de revestimento 900 poderá não ser substancialmente paralelo à superfície da camada de ícone 898. Neste caso (não ilustrado), pode haver efeitos óticos adicionais providos pelo material de revestimento 900 nas áreas em que ele contatar o material de preenchimento de ícone 902 e for substancialmente não plano.

A modalidade da Fig. 38(c) é uma extensão da modalidade da Fig. 38(b) para incluir múltiplos materiais de preenchimento de ícone. (Embora não sejam aqui ilustrados, múltiplos materiais de preenchimento de ícone também podem ser usados com a modalidade da Fig. 38(a), e a discussão a seguir também se aplica àquela modalidade.) A camada de ícone 898 porta elementos de ícone microestruturados positivos 926 e elementos de ícone microestruturados negativos 928 que são preenchidos com um primeiro material de preenchimento de ícone 916. Os elementos de ícone microestruturados 926 e 928 são subpreenchidos com o primeiro material de preenchimento de ícone 916. Isto pode ser realizado por vários meios, incluindo a dispersão do primeiro material de preenchimento de ícone 916 em um solvente, o preenchimento das microestruturas de ícone com o primeiro material de preenchimento de ícone disperso com solvente 916, e a secagem do solvente e, conseqüentemente, a retração do volume do primeiro material de preenchimento de ícone 916.

Outro meio para subpreenchimento das microestruturas de ícone é preenchê-las com o primeiro material de preenchimento de ícone 916 e, então, remover parte do material de preenchimento de ícone 916 por um meio de
5 esfregação ou raspagem, tal como por esmerilhamento ou por uma esfregação à alta pressão com uma lâmina raspadora.

O primeiro material de preenchimento de ícone 916 opcionalmente pode ser estabilizado, curado ou seco por secagem, por uma reação química (tal como uma reação de
10 polarização de um epóxi em duas partes ou de resina e endurecedor), por cura com radiação, por oxidação, ou por outro meio adequado. O primeiro material de preenchimento de ícone 916 também pode ser opcionalmente não estabilizado, de modo que possa reagir quimicamente de
15 alguma maneira com o segundo material de preenchimento de ícone 918.

As microestruturas de ícone 926 e 928 então são opcionalmente preenchidas com o segundo material de preenchimento de ícone 918. Dependendo do método usado para
20 a provisão do subpreenchimento do primeiro material de preenchimento de ícone 916, as espessuras relativas do primeiro material de preenchimento de ícone 916 e do segundo material de preenchimento de ícone 918 poderão diferir em regiões diferentes ou diferirem para
25 microestruturas de elemento de ícone que tenham uma profundidade, uma largura ou uma razão de aspecto diferente. Os elementos de ícone positivos 926 mostram volumes aproximadamente iguais de primeiro material de preenchimento de ícone 916 e segundo material de
30 preenchimento de ícone 918, com a espessura dos dois

materiais de preenchimento sendo aproximadamente iguais no centro das áreas preenchidas 920. Os elementos de ícone negativos neste desenho mostram uma diferença grande de razão de aspecto, de modo que as zonas centrais 922 dos dois elementos de ícone preenchidos maiores mostrem uma relação de espessura de material de preenchimento de em torno de, por exemplo, 1:3 para os primeiro 916 e segundo 918 materiais de preenchimento de ícone, respectivamente. O centro do elemento de ícone negativo menor 924 mostra uma relação de espessura de material de preenchimento muito diferente de em torno de, por exemplo, 4:1 para os primeiro 916 e segundo 918 materiais de preenchimento de ícone, respectivamente. Os ícones preenchidos opcionalmente podem ser revestidos com o material de revestimento 900.

O material de revestimento 900 também pode ser opcionalmente aplicado à camada de ícone 898 antes do preenchimento dos ícones com o primeiro material de preenchimento de ícone 916, ou pode ser aplicado à camada de ícone 989 e ao primeiro material de preenchimento de ícone 916 antes do preenchimento com o segundo material de preenchimento de ícone 918. Estas variações não são ilustradas na figura.

Os elementos de ícone positivos 920 têm suas microestruturas de padrão de objeto preenchidas com os materiais de preenchimento de ícone 916 e 918 e seus elementos de fundo não preenchidos. Os elementos de ícone negativos 928 têm suas microestruturas de fundo preenchidas com os materiais de preenchimento de ícone 916 e 918, enquanto as suas microestruturas de padrão de objeto são não preenchidas.

Note que qualquer material de camada de ícone em qualquer modalidade desta invenção, não limitada àquelas das Fig. 38(a a c), em si pode incorporar pigmentos, corantes, colorantes, materiais de fluorescência ou materiais de preenchimento de qualquer tipo, conforme declarado previamente na seção de Definições desta patente. O preenchimento da camada de ícone torna a distinção entre elementos de ícone positivos e negativos um pouco acadêmica, uma vez que um elemento de ícone microestruturado em particular formado em uma camada de ícone clara, não pigmentada e incolor e, então, preenchido com um material de preenchimento de ícone pigmentado pode ser julgado como sendo um elemento de ícone positivo, enquanto exatamente o mesmo elemento de ícone microestruturado formado em uma camada de ícone pigmentada e então preenchido com um material de preenchimento de ícone claro, não pigmentado e incolor pode ser julgado um elemento negativo. Neste exemplo, tudo que mudou entre o elemento de ícone positivo e o elemento de ícone negativo é a escolha de materiais para a camada de ícone e o material de preenchimento de ícone. Embora seja conveniente falar de elementos de ícone positivos e negativos, realmente há um contínuo de possibilidades, incluindo elementos de ícone tendo uma cor ou um efeito ótico presente no fundo e uma segunda cor e/ou efeito ótico presente nos padrões de objeto, e vice-versa.

Se os elementos de ícone das Fig. 38(a a c) forem empregados como parte de um sistema de magnificação de moiré, então, os efeitos únicos providos pela combinação de materiais de revestimento e materiais de preenchimento de

ícone também será realizado nas imagens sintéticas produzidas pelo sistema de magnificação de moiré.

Revestimentos padronizados sobre ícones e como ícones

As Fig. 39(a a c) ilustram a aplicação e a combinação de materiais de revestimento padronizados, folhas de estampagem a quente, revestimentos direcionais e ícones preenchidos. Na Fig. 39(a), a camada de ícone 932 pode ser independente ou pode ser opcionalmente provida sobre um substrato 930 ou um substrato transparente 930. O substrato opcional ou o substrato transparente 930 suporta ou está em contato com a camada de ícone 932 que incorpora uma variedade de microestruturas que podem atuar sozinhas ou em combinação como elementos de imagens de ícone.

Na Fig. 39(a), a padronização do material de revestimento 934 constitui regiões 935 em que o material de revestimento está presente e regiões em que o material de revestimento está ausente. A padronização de material de revestimento 934 pode ser em qualquer forma e para qualquer finalidade, incluindo a criação de elementos de ícone para um sistema microóptico de magnificação de moiré. Vários métodos de padronização de revestimentos são conhecidos na técnica, incluindo impressão ou deposição de um material de resistência sobre o revestimento e ataque químico do revestimento exposto, então, opcionalmente, remoção química do material de resistência do revestimento. A camada de resistência pode ser uma fotorresistência, e a padronização da resistência pode ser realizada por métodos de exposição ótica. Uma abordagem alternativa para a padronização de um revestimento é depositar primeiramente uma resistência padronizada (ou, alternativamente, depositar uma

resistência e subsequente padronizá-la), então, aplicar o revestimento à superfície do material e à resistência, então, remover quimicamente a resistência e o revestimento que estiver afixado a ela. Por exemplo, este último método é comum na fabricação de "fios de segurança desmetalizados", onde um material de resistência é impresso sobre um substrato de polímero, o substrato e a resistência são revestidos com alumínio por metalização a vácuo ou deposição e desintegração de catodo, e a resistência é quimicamente removida. Nos lugares em que a resistência estava presente, o revestimento de alumínio estava ausente, tendo "levantado" quando a resistência foi removida. Ao invés de se remover quimicamente as áreas metalizadas selecionadas, estas áreas podem ser mecanicamente removidas, tal como por abrasão. Será entendido que apenas porções do revestimento podem ser padronizadas.

Um revestimento metalizado padronizado que não seja coordenado com a escala e a geometria dos elementos de ícone em um filme de magnificação de moiré pode ser usado para a produção de um efeito de metal transparente parcial nas imagens sintéticas, porque as localizações das áreas desmetalizadas variarão de elemento de ícone para elemento de ícone - uma imagem sintética formada a partir destes elementos de ícone com uma opacidade presente que é proporcional à percentagem de revestimento presente, de uma maneira similar aos métodos de autotipia usados em impressão.

Alternativamente, um revestimento de metal desmetalizado padronizado pode ser usado para a criação de um conjunto diferente de elementos de ícone dos elementos

de ícone microestruturados que poderiam ser usados para a geração de um segundo conjunto de imagens sintéticas. Uma aplicação dessas imagens sintéticas é para autenticação encoberta de materiais para papel-moeda, documento e proteção de marca.

Na Fig. 39(a), a camada de revestimento 934 na área indicada pela chave 936 está padronizada de modo a não coordenar com a geometria dos elementos de ícone microestruturados. A camada de revestimento padronizada 934 pode carregar informações separadas, como diferentes padrões de elementos de ícones, ou podem carregar outras informações gráficas ou textuais, ou nenhuma informação.

Por outro lado, a camada de revestimento 934 na área indicada pela chave 938 é coordenada com os elementos de ícone, revestindo os formatos em depressão 931, mas não revestidos as "partes planas" 939 entre elas. Este tipo de padronização pode ser realizado pelo revestimento da superfície inteira da camada de ícone 932 com o material de revestimento 934, incluindo as áreas em depressão 931 e as "partes planas" 939, então, removendo-se o material de revestimento 932 das "partes planas" 939 por raspagem, esfregação, escovação, divisão para remoção de camadas, abrasão, ataque químico, saque de adesivo ou por outros meios adequados.

Um material de revestimento padronizado 934 coordenado com os elementos de ícone desta maneira pode prover um melhoramento visual, ótico, eletromagnético, magnético ou outro dos elementos de ícone. Por exemplo: a camada de ícone 932 que incorpora os elementos de ícone microestruturados pode ser desintegrada e depositada com

ouro, então, o ouro pode ser removido das partes planas 939 por esfregação da superfície revestida contra um material fibroso, tal como papel. O ouro remanescente nos elementos de ícone então provê a eles uma aparência metálica dourada, enquanto as partes planas estão livres de ouro, de modo que os elementos de ícone pareçam ser objetos de ouro separados contra o fundo.

A Fig. 39(b) descreve várias modalidades de camada de ícone 932 que incorporam um revestimento de folha de estampagem a quente 942 sozinho (946) e em combinação com (950, 951) um material de preenchimento de ícone 948. Uma estrutura de folha de estampagem a quente típica é mostrada, onde uma camada de adesivo térmico 940 liga a camada de folha 942 do revestimento de folha de estampagem a quente à camada de ícone 932. Uma camada de laca frangível 944 do revestimento de folha de estampagem a quente é opcionalmente provida para suportar a folha de estampagem a quente 942. A camada de laca frangível 944 pode incorporar um padrão microestruturado, tal como um holograma. Na área indicada pela chave 946, um revestimento de folha de estampagem a quente 942 foi aplicado por meios conhecidos à superfície da camada de ícone 932, selando as áreas em depressão dos elementos de ícone microestruturados. Na área indicada pela chave 950, a folha de estampagem a quente 942 foi aplicada sobre um ícone microestruturado contendo um material de preenchimento de ícone 948. Na área indicada pela chave 951, a folha de estampagem a quente 942 foi aplicada à camada de ícone 932 e, então, o material de revestimento de folha de estampagem a quente que cobria as áreas em depressão dos elementos de

ícone microestruturados foi removido. Meios adequados de remoção do material de revestimento de folha de estampagem a quente incluem, mas não estão limitados a um jato de alta pressão de um gás, um jato de alta pressão de água ou outro fluido, e perturbação mecânica e abrasão. Os elementos de ícone microestruturados que subsequenteiramente podem ser opcionalmente preenchidos com um material de preenchimento de ícone 948, de modo que a aparência de microestruturas de ícone seja controlada pelo material de preenchimento de ícone 948 e a aparência de "partes planas" seja controlada pelo material de revestimento de folha de estampagem a quente. O material de preenchimento de ícone 948 pode ser opcionalmente revestido por pelo menos uma porção do revestimento de folha de estampagem a quente 942, conforme mostrado, ou ele pode ser aplicado de modo que preencha apenas as depressões de ícone (não mostradas).

A Fig. 39(c) descreve várias modalidades de camada de ícone 932 que incorporam materiais de revestimento direcionais (952 e 962) que podem ser usados opcionalmente em combinação com os materiais de preenchimento de ícone 948. O primeiro revestimento direcional 952 é aplicado à camada de ícone 932 a partir da direção indicada pela seta 954. A deposição direcional de primeiro revestimento direcional 952 faz com que ele revista preferencialmente as "partes planas" e os lados direitos (conforme desenhado) dos elementos de ícone na área indicada pela chave 956. Um revestimento como esse pode prover um destaque visual de um lado de um elemento de ícone microestruturado, produzindo um efeito "sombreado" ou de "ponto iluminado".

Na área indicada pela chave 958, dois revestimentos

direcionais são empregados. A seta 954 indica a direção de aplicação do primeiro revestimento direcional 954 que reveste as "partes planas" e os lados direitos dos elementos de ícone microestruturados nesta área. O segundo

5 revestimento direcional 962 é aplicado a partir da direção indicada pela seta 960, e reveste os lados esquerdos dos elementos de ícone microestruturados. Os primeiro e segundo revestimentos direcionais (952 e 962, respectivamente) podem ser do mesmo material ou ser de materiais diferentes,

10 e eles podem ser aplicados a partir de direções opostas (954 e 960), conforme mostrado, ou elas podem ser aplicadas a partir de direções similares. Por exemplo, se o primeiro revestimento direcional 952 for de prata e for aplicado a partir da direção mostrada pela seta 954, e se o segundo

15 revestimento direcional 962 for de ouro e for aplicado a partir da direção mostrada pela seta 960, então, os lados direitos dos elementos de ícone microestruturados parecerão de prata e seus lados esquerdos parecerão de ouro, enquanto seus centros permanecerão não revestidos e poderão parecer

20 transparentes. Como outro exemplo: as condições do exemplo prévio, exceto pela prata ser aplicada no ângulo mostrado pela seta 954 e o ouro ser aplicado a partir da mesma direção geral, em um ângulo que é dez graus mais próximo da normal da superfície de camada de ícone geral 932. O ouro

25 então revestirá os mesmos lados dos elementos de ícone que a prata, mas o ouro revestirá mais alto o lado direito ou sobre o centro do ícone. O elemento de ícone resultante parecerá ter um lado direito prateado que se mesclará com uma cor dourada em direção ao topo do elemento de ícone

30 (conforme desenhado). Muitas outras dessas combinações e

variações serão óbvias para alguém versado na técnica.

Ainda outra variação é mostrada na área da Fig. 39(c) indicada pela chave 964, onde os elementos de ícone microestruturados têm dois revestimentos direcionais, um primeiro revestimento direcional 952 e um segundo revestimento direcional 962 e, então, são preenchidos com o material de preenchimento de ícone 948. O material de preenchimento de ícone opcionalmente pode ser adicionado a qualquer um dos elementos de ícone microestruturados revestidos de qualquer parte desta figura em que não seja já mostrado, incluindo as áreas 936 e 938 da Fig. 39(a) e a área 956 da Fig. 39(c).

A Fig. 40(a) ilustra o uso de um material de revestimento padronizado 967 como um meio para a criação de elementos de imagem de ícone. O material de revestimento padronizado 967 é provido sobre um substrato 966 ou um substrato transparente 966, a referida padronização incorporando regiões de material de revestimento 968 de uma espessura selecionada e regiões de material de revestimento 969 tendo uma espessura menor ou regiões sem material de revestimento 970 ou ambas. As diferentes espessuras de material de revestimento - espessura plena (968), espessura parcial (969) e espessura nula (970) (ou a ausência de material de revestimento) - podem ser padronizadas para representação de uma informação de imagem de ícone como um elemento em um sistema de magnificação de moiré. O material de revestimento de espessura plena ou o material de revestimento de espessura nula podem ser usados para a formação dos padrões de objeto dos elementos de ícone. A Fig. 40(b) ilustra uma vista plana 972 do uso de elementos

de ícone de espessura plena para a formação de padrões de objeto (letras e números) contra um fundo 976 formado por um material de revestimento de espessura nula ou de espessura parcial. Uma vez que os padrões de objeto dos elementos de ícone mostrados na vista plana 972 são formados pela presença de material de revestimento 967, a imagem de ícone é chamada uma imagem de ícone positiva. A Fig. 40c apresenta uma vista plana 978 de uma imagem de ícone negativa, onde o fundo é formado pelo material de revestimento de espessura plena 982 e os padrões de objeto são formados pelo material de revestimento de espessura parcial ou nula 980. As regiões de material de revestimento de espessura parcial 969 podem ser usadas para a criação de padrões de escala de cinza, onde o efeito ótico do material de revestimento 967 provê um efeito de intensidade modificada ou reduzida, dependendo da natureza do material de revestimento.

A padronização do material de revestimento 967 pode ser realizada por qualquer um dos métodos previamente descritos com respeito à Fig. 38. As regiões de material de revestimento de espessura parcial podem ser criadas por uma etapa adicional de mascaramento e ataque químico, ou por ataque químico do revestimento de espessura plena no padrão das regiões de espessura parcial, então, realizando-se um segundo revestimento do material de revestimento 967 para a deposição de uma camada de espessura parcial sobre ao substrato inteiro 966 ou o substrato transparente 966, então opcionalmente mascarando-se e atacando-se quimicamente uma vez adicional para a produção de regiões de espessura nula 970.

As camadas de material de revestimento adicionais podem ser opcionalmente adicionadas ao material de revestimento padronizado 967. Os exemplos incluem, mas não estão limitados a uma metalização por deposição a vácuo, 5 revestimentos pigmentados ou tingidos, ou qualquer um daqueles listados previamente na seção de Definições deste documento. Exemplo: essas camadas podem ser aplicadas diretamente, laminadas, estampadas a quente, revestidas ou providas de outra forma. A aplicação dessas camadas 10 adicionais pode prover um benefício de alteração da aparência das regiões de material de revestimento de espessura parcial 969 e das regiões de material de revestimento de espessura nula (ausente) 970.

As Fig. 41(a, b) ilustram duas modalidades de um 15 sistema de magnificação de moiré em duas partes que pode ser usado como um sistema de autenticação de "tranca e chave" no qual o arranjo de microlente é uma peça em separado que atua como uma chave para "destravar" a informação na peça de arranjo de ícone. Na Fig. 41(a), um 20 substrato transparente opcional 984 porta microlentes 986 feitas a partir de um material de transmissão de luz 988 que pode ser diferente ou o mesmo que o material usado para a formação do substrato transparente opcional 984. A espessura total da folha de lente 1000, que incorpora as 25 microlentes 986 mais o substrato opcional 984, é menor do que o comprimento focal 1004 das microlentes 986.

A folha de lente 1000 não é permanentemente afixada à folha de ícone 1002, mas é uma peça livre e separada que pode ser usada como um dispositivo de autenticação para a 30 folha de ícone 1002. Quando usada como um dispositivo de

autenticação, a folha de lente de 1000 é colocada em contato ou em grande proximidade com a superfície da folha de ícone 1002. O espaço 992 entre as duas folhas em geral conterá um filme fino de ar, ou o espaço 992 opcionalmente
5 pode ser preenchido com água, glicerina ou outro fluido para a provisão de um acoplamento ótico ou mecânico entre a folha de lente 1000 e a folha de ícone 1002.

A folha de ícone 1002, que incorpora o substrato transparente opcional 990, a camada de ícone 994 e os
10 elementos de ícone 996 (mostrados aqui opcionalmente preenchidos com um material de preenchimento de ícone 997), é disposta com a camada de ícone na superfície mais distante da folha de lente 1000. A espessura total de folha de ícone 1002 mais a folha de lente 1000 é projetada para
15 ser substancialmente igual ao comprimento focal 1004 das microlentes 986. Quando a folha de lente 1000 é colocada substancialmente em proximidade, por exemplo, em contato com a folha de ícone 1002, com ou sem um fluido de acoplamento, o ponto focal 998 das microlentes 986 deve
20 ficar em algum lugar dentro ou próximo da camada de ícone 994. A posição ótima do ponto focal 998 é na ou ligeiramente abaixo da superfície de fundo da camada de ícone 994.

Um sistema formado de acordo com as modalidades da
25 Fig. 41(a) pode ser usado como um dispositivo anti-falsificação, de autenticação ou de segurança. Por exemplo, a camada de ícone 994 da folha de ícone 1002 pode ser afixada, aderida ou permanentemente presa de outra forma a ou incorporada em um objeto ou documento no momento da
30 fabricação, criação original, embalagem ou distribuição. A

folha de ícone 1002 em si não precisa ter quaisquer recursos de distinção visíveis. Na prática, os elementos de ícone 996 serão muito pequenos, da ordem de uns poucos microns a umas poucas dezenas de microns de dimensão, e efetivamente será invisível ao olho não auxiliado. Uma impressão ou formação de imagem convencional adicional pode ser provida ou afixada à folha de ícone 1002, se desejado.

Um exemplo dessa formação de imagem adicional poderia ser a fotografia de uma pessoa para identificação, de modo que a folha de ícone funcione como um fundo para a fotografia. A folha de ícone 1002 e, por associação, o objeto ao qual ela é afixada, pode ser autenticado pela colocação de uma folha de lente 1000 apropriadamente escalonada substancialmente em contato com a folha de ícone 1002 e rodando-se a folha de lente 1000 em seu plano, até as lentes e os elementos de ícone 996 se alinharem suficientemente para a formação de uma imagem sintética dos elementos de ícone 996. (Uma folha de lente "apropriadamente escalonada" é uma folha de lente na qual o arranjo de elementos de focalização tem uma simetria rotativa e um período de repetição substancialmente combinando com aqueles do arranjo de elementos de ícone 996 na folha de ícone 1002, com uma relação de repetição de ícone / lente projetada para a obtenção do efeito ótico selecionado [SuperDeep, Deep, Motion, Float, SuperFloat, Levitate, 3-D, combinações dos mesmos, etc.]).

A Fig. 41(b) ilustra uma modalidade alternativa deste aspecto da invenção. Nesta figura, a folha de lente 1010 inclui ser monolítica, consistindo em um material único incluindo as microlentes 1008 em sua superfície superior e

uma espessura adicional opcional de material 1006 para a
provisão de um espaçamento ótico. A folha de lente 1000 da
Fig. 41(a) também pode ser formada desta maneira, se a
folha de lente 1000 não incluir o substrato transparente
5 opcional 984. Da mesma forma, a folha de lente 1010 da fig.
41(b) pode ser formada usando-se um substrato transparente
e uma camada de microlente, conforme mostrado na Fig.
41(a). As duas estruturas alternativas para as folhas de
lente 1000 e 1010 são mostradas para completitude - a folha
10 de lente 1000 ou 1010 pode ter as duas estruturas mostradas
- lentes monolíticas (Fig. 41b) ou substrato mais lentes
(Fig. 41a).

A função da folha de lente 1010 na modalidade da Fig.
41(b) é a mesma que aquela da folha de lente 1000 da Fig.
15 41(a), embora a espessura total da folha de lente 1010 seja
geralmente uma proporção maior do comprimento focal 1024 de
microlente 1008, por causa das diferenças na folha de ícone
1014, se comparada com a folha de ícone 1002. A folha de
ícone 1014 incorpora uma superfície portando elementos de
20 ícone 1020 que opcionalmente podem ser preenchidos com um
material de preenchimento de ícone 997. Em nome da
completitude, a folha de ícone 1014 é mostrada como sendo
monolítica, sem uma camada de ícone em separado e uma
camada de substrato, mas a folha de ícone 1014
25 alternativamente pode ser formada da maneira da folha de
ícone 1002, com um substrato e uma camada de ícone afixada.
Da mesma maneira, a folha de ícone 1002 pode ser formada de
acordo com a estrutura da folha de ícone 1014 como uma
folha monolítica.

30 As diferenças funcionais entre a folha de ícone 1014 e

a folha de ícone 1002 são que a primeira tem seus elementos de ícone na superfície mais próxima da folha de lente 1010, enquanto a última tem seus elementos de ícone na superfície mais distante da folha de lente 1000. Além disso, uma vez
5 que os elementos de ícone 1020 de folha de ícone 1014 estão em sua superfície superior, o material 1018 que fica abaixo dos elementos de ícone 1020 não precisa ser transparente, independentemente de a folha de ícone 1014 ser monolítica ou ter a estrutura da folha de ícone 1002, com uma camada
10 de ícone e um substrato. O substrato 990 de folha de ícone 1002 não precisa ser substancialmente transparente, uma vez que a luz deve passar através do substrato 990, de modo que as lentes 986 formem uma imagem dos elementos de ícone 996.

Um material de revestimento opcional corpo tubular
15 1016 pode ser provido sobre os elementos de ícone 1020 da folha de ícone 1014. Um material de revestimento 1016 pode ser desejável para a provisão de autenticação ótica ou não de contato da folha de ícone por meios diferentes do uso da folha de lente 1010. A camada de revestimento 1016 pode
20 incluir outros recursos óticos, tal como uma estrutura holográfica ou difrativa. Os elementos de ícone de ambas a folha de ícone 1002 e a folha de ícone 1014 podem assumir qualquer forma, incluindo qualquer uma das modalidades de elemento de ícone ensinadas aqui.

25 Como foi o caso para a modalidade da Fig. 41(a), a folha de lente 1014 da modalidade da Fig. 41(b) não é permanentemente afixada à folha de ícone 1014, mas é uma peça livre e separada que pode ser usada como um dispositivo de autenticação para a folha de ícone 1014.
30 Quando usada como um dispositivo de autenticação, a folha

de lente 1010 é colocada em contato ou grande proximidade com a superfície da folha de ícone 1014. O espaço 1012 entre as duas folhas, em geral, conterà um filme fino de ar, ou o espaço 1012 opcionalmente poderá ser preenchido com água, glicerina, o outro fluido, para a provisão de um acoplamento ótico ou mecânico entre a folha de lente 1010 e a folha de ícone 1014.

A espessura total de folha de ícone 1014 mais folha de lente 1010 é projetada para ser substancialmente igual ao comprimento focal 1024 das microlentes 1008. Quando a folha de lente 1010 é colocada substancialmente em contato com a folha de ícone 1014, com ou sem um fluido de acoplamento, o ponto focal 1022 das microlentes 1008 deve ficar em algum lugar dentro ou próximo dos elementos de ícone 1020. A posição ótima do ponto focal 1022 é na ou ligeiramente abaixo da extensão inferior dos elementos de ícone 1020.

Um sistema formado de acordo com a modalidade da Fig. 41(a) pode ser usado como um dispositivo anti-falsificação e de autenticação. Por exemplo, a superfície inferior da folha de ícone 1014 pode ser afixada, aderida ou permanentemente presa de outra forma a ou incorporada em um objeto ou documento no momento da fabricação, criação original, embalagem ou distribuição. A folha de ícone 1014 em si não precisa ter quaisquer recursos de distinção visíveis. Na prática, os elementos de ícone 1020 serão muito pequenos, da ordem de uns poucos microns a umas poucas dezenas de microns de dimensão, e efetivamente será invisível ao olho não auxiliado. Uma impressão ou formação de imagem convencional adicional pode ser provida ou afixada à folha de ícone 1014, se desejado. Um exemplo

dessa formação de imagem adicional poderia ser a fotografia de uma pessoa para identificação, de modo que a folha de ícone funcione como um fundo para a fotografia. A folha de ícone 1014 e, por associação, o objeto ao qual ela é
5 afixada, pode ser autenticado pela colocação de uma folha de lente 1010 apropriadamente escalonada substancialmente em contato com a folha de ícone 1014 e rodando-se a folha de lente 1010 em seu plano, até as lentes e os elementos de ícone 1020 se alinharem suficientemente para a formação de
10 uma imagem sintética dos elementos de ícone 1020.

A estrutura ou forma de folha de ícone (1002 ou 1014) pode incorporar múltiplos padrões de elemento de ícone (996 ou 1020, respectivamente) que formam imagens sintéticas diferentes que podem ser lidas ou autenticadas em ângulos
15 de rotação de folha de lente diferentes (tal como um padrão de ícone que produz uma imagem sintética de magnificação máxima em um ângulo de rotação de folha de lente de 0 grau e um segundo padrão de ícone que produz uma imagem sintética de magnificação máxima em um ângulo de rotação de
20 lente de folha de 30 graus), um período de repetição de lente diferente, uma geometria de arranjo de lente e ícone diferente (tal como um conjunto de arranjo tendo uma geometria hexagonal e um segundo conjunto de arranjo tendo uma geometria quadrada), e combinações dos mesmos.

25 Um exemplo de um método de autenticação de período de lente diferente é uma folha de ícone que incorpora um padrão de elemento de ícone que produz uma imagem de Deep quando magnificada sinteticamente por uma folha de lente tendo um período de repetição de 30 microns e também
30 incorporando um segundo padrão de elemento de ícone que

produz uma imagem de Float, quando magnificada sinteticamente por uma folha de lente tendo um período de repetição de 45 microns. O segundo padrão de elemento de ícone opcionalmente pode ser autenticado em um ângulo de 5 rotação diferente do primeiro padrão de elemento de ícone.

Os materiais tendo múltiplos padrões de ícone podem incorporar um conjunto de informação que pode ser revelado por chaves adicionais (folhas de lente, cada uma, combinadas com a escala de suas respectivas repetições de 10 elemento de ícone). Os múltiplos padrões de ícone também podem ser providos em camadas de ícone diferentes requerendo elementos de focalização tendo comprimentos focais diferentes para a formação de imagens óticas sintéticas visíveis a partir de camadas de ícone 15 diferentes.

A modalidade da Fig. 42 é referida como um método de 'decodificador a úmido' e um sistema para a incorporação de uma informação encoberta em um sistema de magnificação de moiré 1026 da presente exposição que pode ser 20 subsequëntemente "decodificada" ou revelada através do uso de uma folha de lente de autenticação encoberta 1040. Nesta figura, o sistema de magnificação 1026 incluindo as microlentes 1028 e a camada de ícone 1030, incorpora padrões de ícone encobertos 1034 em ou sobre a camada de 25 ícone 1030. A camada de ícone 1030 opcionalmente também pode incluir padrões de ícone evidentes 1032. O sistema de magnificação 1026 é projetado para produzir uma imagem sintética visível evidentemente 1038 de padrões de ícone evidentes 1032, conforme foi ensinado previamente. Em 30 contraste, o período de repetição e/ou a simetria de

rotação dos padrões de ícone encobertos 1034 são propositadamente projetados de modo a não produzirem imagens sintéticas visíveis evidentemente, quando vistos por meio das microlentes 1028.

5 Por exemplo, o período de repetição dos padrões de ícone encobertos 1034 pode ser projetado para ser substancialmente diferente do período de repetição das microlentes 1028; o período de padrão de ícone encoberto 1034 pode ser projetado para ser de 37 microns, enquanto o
10 período de microlente 1028 pode ser projetado para ser de 32 microns. Esta relação de escala de ícone para lente (de em torno de 1,156) criará uma imagem sintética Float do padrão de ícone encoberto 1034 tendo um período de em torno de 205 microns. Os recursos de uma imagem sintética
15 encoberta deste tamanho são essencialmente invisíveis ao olho nu. (O período de ícone encoberto alternativamente pode ser escolhido para produzir uma imagem sintética Deep de período equivalente com uma relação de escala de ícone para lente de em torno de 0,865. Para um dado período de
20 repetição de microlente, o período de repetição dos ícones encobertos pode ser projetado para produzir imagens sintéticas tendo qualquer efeito de magnificação de moiré de Unison, incluindo, mas não limitando, SuperDeep, Deep, Motion, Float, SuperFloat, Morph). As dimensões específicas
25 apresentadas aqui representam apenas um exemplo único do contínuo de dimensões que podem ser escolhidas.

Como outro exemplo, a simetria rotativa dos padrões de ícone encobertos 1034 pode ser projetada para ser substancialmente diferente daquela das microlentes 1028.
30 Neste exemplo, nós assumimos que ambas as microlentes 1028

e os padrões de ícone encobertos 1034 são dispostos em um arranjo hexagonal, mas a orientação do arranjo de padrões de ícone encobertos 1034 é rodada 30 graus a partir daquela do arranjo de microlentes 1028. Este desalinhamento dos dois arranjos também impedirá a formação de uma imagem sintética visível evidentemente dos padrões de ícone encobertos 1034. Ainda outro método de prevenção da formação das imagens sintéticas de padrão de ícone encoberto 1034 é dispor as microlentes 1028 em uma geometria de arranjo, tal como hexagonal, enquanto os padrões de ícone encobertos 1034 são dispostos em uma geometria de arranjo diferente, tal como quadrada.

Os padrões de ícone encobertos 1034 podem ser revelados pela formação de uma imagem sintética com uma folha de lente de autenticação encoberta adicional, de elemento em separado 1040, que é colocada próxima ou substancialmente em contato com as microlentes 1028 do sistema de magnificação 1026, com um material de acoplamento ótico 1044 preenchendo os espaços entre eles. O material de acoplamento ótico preferencialmente é um líquido, tal como glicerina ou xarope de milho, que tem um índice de refração que é similar aos índices de refração do material 1052 que forma a folha de lente de autenticação encoberta e o material 1050 que forma as lentes de sistema de magnificação 1028. O material de acoplamento tem a função de neutralizar parcial ou plenamente a potência de focalização das lentes 1028 pela imersão delas em um meio que tem um índice de refração similar. Outros materiais que podem ser usados para a realização desta função incluem géis (incluindo gelatinas), elastômeros e adesivos

sensíveis à pressão.

As propriedades da folha de lente de autenticação encoberta 1040, incluindo sua geometria de arranjo, período de repetição e comprimento focal de microlente, são projetadas para coordenação com a geometria de arranjo e o período de repetição dos padrões de ícone encobertos 1034 e a distância total a partir das lentes de folha de lente de autenticação encoberta 1042 e o plano de ícone 1030.

Na prática, uma quantidade pequena desse fluido, tal como glicerina, é colocada na superfície das lentes de sistema de magnificação 1028 e a superfície plana da folha de lente de autenticação encoberta 1040 é colocada em contato com o fluido e pressionada substancialmente para contato com as lentes 1028. A folha de lente de autenticação encoberta 1040 então é rodada em seu plano para alinhar substancialmente a orientação do arranjo de microlentes 1042 com a orientação do arranjo de padrões de ícone encobertos 1034. Conforme o alinhamento é aproximado, a imagem sintética 1048 de padrão de ícone encoberto 1034 se torna magnificada suficientemente para ser distinguida a olho nu, atingindo uma magnificação máxima na posição em que os dois arranjos têm orientações substancialmente idênticas.

Uma modalidade alternativa é formar a folha de lente de autenticação encoberta 1040 como um rótulo ou uma fita sensível à pressão que pode ser aplicado à superfície das lentes 1028. Nesta modalidade, a função do material de acoplamento ótico 1044 é realizada por um adesivo sensível à pressão substancialmente transparente aplicado à superfície plana da folha de lente de autenticação

encoberta 1040. Um método de alinhamento da folha de lente de autenticação encoberta 1040 com a orientação do padrão de ícone encoberto 1034 é desejável, tal como por padrões de alinhamento impressos ou bordas orientadas do sistema de magnificação 1026 para que a borda da folha de lente de autenticação encoberta 1040 possa ser combinada no momento da aplicação.

Ainda outra estrutura alternativa para um método de 'decodificador a úmido' e sistema é incorporar os padrões de ícone encobertos 1034 em uma segunda camada de ícone. Esta segunda camada de ícone pode ser mais próxima das lentes 1028 ou mais distante das lentes 1028 do que a primeira camada de ícone 1030. O comprimento focal e a espessura da folha de lente de autenticação encoberta 1040 então são projetados para fazerem com que seu ponto focal caia na segunda camada de ícone, quando a folha de lente de autenticação encoberta 1040 for aplicada às lentes 1028 com o material de acoplamento ótico 1044. Nesta modalidade, as propriedades de arranjo dos padrões de ícone encobertos 1034 podem ser as mesmas que aquelas dos padrões de ícone evidentes, desde que a posição dos segundo plano de ícone não permita que as lentes 1028 formem uma imagem evidente distinguível dos padrões de ícone encobertos 1034.

A modalidade da Fig. 43 é referida como um método de 'decodificador a seco' e sistema, para a incorporação de uma informação encoberta em um sistema de magnificação 1054 que pode ser subsequente "decodificado" ou revelado através do uso de uma folha de lente de autenticação encoberta 1064. Nesta figura, o sistema de magnificação 1054, incluindo as microlentes 1056 e a camada de ícone

1058, incorpora os padrões de ícone encobertos 1060 em ou sobre a camada de ícone 1058. A camada de ícone 1058 também pode incluir, opcionalmente, os padrões de ícone evidentes 1059. O microlentes 1056 opcionalmente pode ser projetado
5 para produzir uma imagem sintética visível evidentemente dos padrões de ícone evidentes 1059, conforme foi previamente ensinado. Em contraste, o período de repetição e/ou a simetria de rotação dos padrões de ícone encobertos 1060 são propositadamente projetados de modo a não
10 produzirem imagens sintéticas visíveis evidentemente, quando vistos por meio das microlentes 1056.

Por exemplo, o período de repetição dos padrões de ícone encobertos 1060 pode ser projetado para ser substancialmente diferente do período de repetição das
15 microlentes 1056; o período de padrão de ícone encoberto 1060 pode ser projetado para ser de 28,071 microns, enquanto o período de microlente 1056 pode ser projetado para ser de 28,000 microns. Esta relação de escala de ícone para lente (de em torno de 1,00255) criará uma imagem
20 sintética flutuante 1063 (os padrões de ícone encobertos 1060) tendo um período de em torno de 392 microns. Os recursos de uma imagem sintética encoberta deste tamanho são essencialmente invisíveis a olho nu. (O período de ícone encoberto alternativamente pode ser escolhido para
25 produzir uma imagem sintética Deep de período equivalente com uma relação de escala de ícone para lente de em torno de 0,99746. Para um dado período de repetição de microlente, o período de repetição dos ícones encobertos pode ser projetado para produzir imagens sintéticas tendo
30 qualquer efeito de magnificação de moiré de Unison,

incluindo, mas não limitando, SuperDeep, Deep, Motion, Float, SuperFloat, Morph). As dimensões específicas apresentadas aqui representam apenas um exemplo único do contínuo de dimensões que podem ser escolhidas.

5 Como outro exemplo, a simetria rotativa dos padrões de ícone encobertos 1060 pode ser projetada para ser substancialmente diferente daquela das microlentes 1056. Neste exemplo, nós assumimos que ambas as microlentes 1056 e os padrões de ícone encobertos 1060 são dispostos em um
10 arranjo hexagonal, mas a orientação do arranjo de padrões de ícone encobertos 1060 é rodada 30 graus a partir daquela do arranjo de microlentes 1056. Este desalinhamento dos dois arranjos também impedirá a formação de uma imagem sintética visível evidentemente dos padrões de ícone
15 encobertos 1060. Ainda, outro método de prevenção da formação das imagens sintéticas de padrão de ícone encoberto 1060 é dispor as microlentes 1056 em uma geometria de arranjo, tal como hexagonal, enquanto os padrões de ícone encobertos 1060 são dispostos em uma
20 geometria de arranjo diferente, tal como quadrada.

 As imagens sintéticas encobertas 1063 podem ser tornadas visíveis pela formação de uma segunda imagem sintética por meio de uma folha de lente de autenticação encoberta adicional, de elemento em separado, 1064, que é
25 colocada próxima de ou substancialmente em contato com as microlentes 1056 do sistema de magnificação, sem o uso de um material de acoplamento ótico preenchendo o espaço 1056 entre eles. O espaço 1065 é preenchido com ar, vácuo ou qualquer outro gás que permeie o ambiente externo do
30 sistema de magnificação 1054.

As propriedades da folha de lente de autenticação encoberta 1064, incluindo sua geometria de arranjo, período de repetição e comprimento focal de microlente, são projetadas para coordenação com a geometria de arranjo e o período de repetição das imagens sintéticas encobertas 1063 e a distância total a partir das lentes de folha de lente de autenticação encoberta 1066 e a posição das imagens sintéticas encobertas 1063, conforme elas forem projetadas para o material 1070 que forma a folha de lente de autenticação encoberta 1064.

Na prática, a folha de lente de autenticação encoberta 1064 é colocada em contato com as lentes de magnificação 1056. A folha de lente de autenticação encoberta 1064 então é rodada em seu plano para se alinhar substancialmente a orientação do arranjo de microlentes 1066 com a orientação do arranjo de imagens sintéticas encobertas 1063. Conforme o alinhamento é aproximado, as imagens sintéticas encobertas 1063 formam uma segunda imagem sintética 1068 que se torna magnificada suficientemente para ser distinguida a olho nu, atingindo uma magnificação máxima na posição em que os dois arranjos têm orientações substancialmente idênticas.

Uma modalidade alternativa é formar a folha de lente de autenticação encoberta 1064 como um rótulo ou uma fita sensível à pressão que pode ser aplicado à superfície das lentes 1056. Nesta modalidade, um adesivo sensível à pressão substancialmente transparente muito fino (substancialmente menor do que a altura das microlentes 1056) (não mostrado na figura) pode ser aplicado à superfície plana inteira da folha de lente de autenticação

encoberta 1064 ou um adesivo sensível à pressão padronizado (não mostrado na figura) pode ser aplicado a esta superfície. No primeiro caso, a aplicação da folha de lente de autenticação encoberta revestida com um adesivo sensível à pressão substancialmente transparente muito fino ao sistema de magnificação 1056 fará com que o adesivo contate os topos das lentes 1056, sem preenchimento do espaço 1065 e obscurecendo os lados das lentes, desse modo preservando o espaço de ar que permite que as lentes 1056 formem as imagens sintéticas encobertas 1063. No segundo caso, a folha de lente de autenticação encoberta 1064 manterá um espaço não preenchido 1065 naquelas áreas em que não há um adesivo. Um método de alinhamento da folha de lente de autenticação encoberta 1064 com a orientação do padrão de ícone encoberto 1060 é desejável, tal como por padrões de alinhamento impressos ou bordas orientadas do sistema de magnificação 1056 para que a borda da folha de lente de autenticação encoberta 1064 possa ser combinada no momento da aplicação.

Ainda outra estrutura alternativa para um método de 'decodificador a seco e sistema é incorporar os padrões de ícone encobertos 1060 em uma segunda camada de ícone. Esta segunda camada de ícone pode ser mais próxima das lentes 1056 ou mais distante das lentes 1056 do que a primeira camada de ícone 1058, em qualquer localização que permita que as lentes 1056 formem uma imagem real ou virtual de ícones encobertos 1060. O comprimento focal e a espessura da folha de lente de autenticação encoberta 1064 então são projetados para fazerem com que seu ponto focal caia na localização da imagem sintética encoberta pelas lentes

1056, quando a folha de lente de autenticação encoberta
1064 for colocada substancialmente em contato com as lentes
1056.

Ainda, outro método de revelação de uma informação
5 oculta em um sistema de magnificação da presente exposição
é ilustrado nas Fig. 44 (a, b). Nós cunhamos o termo
HydroUnison para sistemas de magnificação de moiré que
utilizem os princípios desta modalidade. Na Fig. 44(a), um
sistema de magnificação de moiré de HydroUnison 1078
10 incorpora um arranjo de microlentes 1080, uma camada de
ícone 1082 e um espaçador ótico 1081 entre eles, que pode
ser contíguo com as microlentes 1080, a camada de ícone
1082 ou ambas. A camada de ícone 1082 incorpora os padrões
de ícone 1084. A espessura do espaçador ótico 1081 é
15 substancialmente maior do que o comprimento focal 1086 das
microlentes 1080, quando elas estiverem em ar, outro gás ou
vácuo. Pode ser visto que os focos de ar 1088 de
microlentes 1080 são distantes dos padrões de ícone 1084 e
da camada de ícone 1082. A projeção de imagem sintética em
20 ar 1090 a partir das microlentes 1080, portanto, é
severamente borrada e fora de foco, sem uma imagem
distinguível.

A Fig. 44(b) ilustra o efeito de imersão das
microlentes 1080 em um fluido adequado 1092, tal como água.
25 (Imersão é uma situação relativa - desde que o fluido 1092
fique sobre as microlentes 1080 em uma camada que seja
maior do que a altura central 1091 das lentes 1080, as
lentes estão "imersas" do ponto de vista de ótica.) A
mudança do índice de refração do meio fora do sistema de
30 magnificação de moiré de HydroUnison 1078 pode mudar o

comprimento focal das microlentes 1080. Neste exemplo, o aumento do índice de refração do meio fora do sistema aumenta o comprimento focal das microlentes 1080. A espessura do espaçador ótico 1081 é escolhida para levar os
5 pontos focais 1088 das microlentes 1080 imersas em fluido 1092 para a ou próximos da camada de ícone 1082. Sob estas condições, as microlentes 1080 podem projetar imagens sintéticas bem focalizadas 1095 dos padrões de ícone 1084.

O sistema HydroUnison de acordo com esta modalidade
10 parece não ter uma imagem distinta quando visto em seu estado seco, com as lentes 1080 no ar. Quando as lentes são umedecidas (imersas) com um líquido tendo um índice de refração substancialmente igual ao índice do fluido de imersão selecionado 1092, uma imagem sintética subitamente
15 aparece. Este efeito é particularmente dramático, se a imagem sintética for uma combinação de uma imagem de Float / Deep ou uma imagem de SuperDeep. Conforme o sistema HydroUnison seca, a imagem sintética desvanece e desaparece.

20 O projeto de um sistema HydroUnison para produção deste efeito, quando imerso em um fluido 1092 tendo um índice de refração selecionado, é realizado ao se fazer com que a espessura do espaçador ótico 1081 seja aproximadamente igual ao comprimento focal 1094 de
25 microlente 1080 imersa em fluido 1092 para uma dada escolha de fluido 1092. Um fluido 1092 conveniente é água, com um índice de refração típico de em torno de 1,33. Embora o sistema de magnificação de moiré de HydroUnison 1078 possa não ser um sistema ótico de "lente fina", a Fórmula de
30 fabricante de lente de projeto de sistema de lente fina

pode ser usada para se encontrar uma espessura de projeto acurada adequadamente do espaçador ótico 1081 para um dado fluido de imersão escolhido 1092.

A fórmula de fabricante de lente é:

$$5 \quad 1/f = (n_{\text{lente}} - n_0) (1/R_1 - 1/R_2)$$

No qual:

f = o comprimento focal da lente, quando imersa em um meio de índice de refração n_0

n_{lente} = o índice de refração do material de lente

10 n_0 = o índice de refração do meio de imersão

R_1 = o raio de curvatura da primeira superfície de lente

R_2 = o raio de curvatura da segunda superfície de lente

Uma vez que o ponto focal das lentes 1080 é interno ao sistema de magnificação de moiré de HydroUnison 1078, a única curvatura que afeta o comprimento focal é a primeira curvatura, R_1 - a segunda curvatura, R_2 , pode ser tratada como uma superfície plana com um raio infinito, reduzindo-se o raio $1/R_2$ a zero. A fórmula de fabricante de lente então é simplificada para:

$$20 \quad 1/f = (n_{\text{lente}} - n_0)/R_1 \text{ ou } f = R_1/(n_{\text{lente}} - n_0)$$

Para o caso de uma lente em ar, $n_{\text{lente}} = 1,487$ e $n_0 = n_{\text{ar}} = 1,000$:

$$f_{\text{ar}} = R_1/(1,487 - 1,000) = R_1/0,487 = 2,053 R_1$$

Para o caso de uma lente imersa em água, $n_{\text{lente}} = 1,487$ e $n_0 = n_{\text{H}_2\text{O}} = 1,333$:

$$25 \quad f_{\text{H}_2\text{O}} = R_1/(1,487 - 1,333) = R_1/0,154 = 6,494 R_1$$

Então, o comprimento focal imerso em água das lentes 1080 é encontrado como sendo aproximadamente maior do que o comprimento focal em ar das lentes 1080 por um fator de:

$$30 \quad f_{\text{H}_2\text{O}} / f_{\text{ar}} = (6,494 R_1) / (2,053 R_1) = 3,163$$

Por exemplo, se uma dada microlente 1080 formada a partir de um material tendo um índice de refração de 1,487 tiver um comprimento focal em ar 1086 de 23 microns, então, aquela microlente 1080 terá um comprimento focal aproximado de $23 \times 3,163 = 72,7$ microns, quando imersa em água.

Outros fluidos tendo um índice de refração similar ao índice de refração do fluido de imersão selecionado 1092 podem ser usados para revelação da imagem oculta, com a efetividade do fluido em particular dependendo, em parte, de quão proximamente seu índice de refração combina com aquele do índice de refração de fluido de imersão selecionado 1092. Por exemplo, álcool etílico tem um índice de refração de em torno de 1,36. O comprimento focal das lentes no exemplo acima seria de 88,2 microns, quando imersas em álcool etílico, de modo que a imagem sintética 1095 estaria ligeiramente fora de foco se o espaçador ótico 1081 fosse projetado com uma espessura de em torno de 73 microns, correspondente a um fluido de imersão selecionado 1092 tendo o índice de refração de água.

A modalidade das Fig. 44(a, b) pode ser usada para uma variedade de aplicações, incluindo, mas não se limitando, a autenticação de artigos portando um laminado de filme de sistema HydroUnison, um rótulo, um remendo, um fio, um selo, uma estampa, ou um adesivo, tais como bilhetes para eventos, bilhetes de loteria, carteiras de ID, vistos, passaportes, carteiras de motorista, documentos do governo, certidões de nascimento, instrumentos negociáveis, cheques de viagem, cheques bancários, papel-moeda, fichas de apostas, artigos manufaturados, e outros artigos associados e similares. Os sistemas HydroUnison também podem ser

usados para a provisão de decoração, novidade e umidade indicando a utilidade de artigos, documentos e artigos manufaturados.

Outras modalidades de sistemas de magnificação de moiré Unison, conforme ensinado previamente aqui, também são indicadores de umidade - imergir as lentes destes sistemas Unison em um fluido geralmente impedirá os materiais de formar uma imagem sintética. A imagem sintética retorna quando o líquido for seco ou removido.

A modalidade das Fig. 44(a, b) ainda pode ser estendida para prover um sistema HydroUnison de imagem múltipla 1096 que pode apresentar duas ou mais imagens sintéticas de magnificação de moiré de Unison diferentes, na mesma cor ou em cores diferentes, quando as microlentes de HydroUnison 1098 forem imersas em meios diferentes (1112, 1120, 1128). O exemplo apresentado nas Fig. 45 (a a c) ilustra um sistema HydroUnison 1096 que pode produzir três imagens sintéticas diferentes (1114, 1126, 1134). A primeira imagem sintética é produzida quando as lentes estão em um meio 1112 de ar, vácuo ou outro gás; a segunda imagem sintética é produzida quando as lentes estão imersas em água 1120 ou outro líquido com um índice de refração da ordem de em torno de 1,33; e a terceira imagem sintética é produzida quando as lentes estão imersas em um meio 1128 que tem um índice de refração de em torno de 1,418 (tal como uma mistura uniforme de glicerina a 62% em volume e água a 38% em volume).

Cada uma destas três imagens sintéticas pode ser da mesma cor, padrão e tipo de efeito Unison que as outras, ou elas podem ser diferentes das outras na cor, no padrão e no

efeito Unison. Embora o tipo, a cor e o padrão de imagem sintética de Unison possam ser os mesmos para algumas ou todas as imagens sintéticas produzidas por um sistema HydroUnison, é importante notar que a magnitude dos efeitos de profundidade Unison (SuperDeep, Deep, Float, Superfloat, Levitate), isto é, a altura aparente das imagens de float e a profundidade das imagens de Deep, é proporcional o número f das microlentes 1112. A imersão das microlentes 1098 em meios tendo índices de refração diferentes muda o número f das microlentes 1098 e proporcionalmente amplifica a magnitude dos efeitos de profundidade de Unison nas imagens sintéticas respectivamente produzidas.

O sistema de magnificação de moiré HydroUnison 1096 incorpora as microlentes 1098, o primeiro espaçador ótico 1100 separando as microlentes 1098 da primeira camada de ícone 1102, a primeira camada de ícone 1102 portando primeiros padrões de ícone 1117, um segundo espaçador ótico 1104 separando a primeira camada de ícone 1102 da segunda camada de ícone 1106, a segunda camada de ícone 1106 portando segundos padrões de ícone 1119, um terceiro espaçador ótico 1108 separando a segunda camada de ícone 1106 da terceira camada de ícone 1110 e a terceira camada de ícone 1110 portando os terceiros padrões de ícone 1111.

A Fig. 45(a) ilustra a função de um sistema HydroUnison de imagem múltipla de exemplo 1096. Quando as microlentes 1098 são imersas em um meio que tem um índice substancialmente igual a 1,000 (tal como vácuo, ar e a maioria dos gases), as microlentes 1098 têm um comprimento focal 1116 que coloca seus pontos focais 1118 na ou próximos da primeira camada de ícone 1102. A camada de

ícone 1102 pode ser omitida, mas, caso presente, e caso
porte os padrões de ícone adequados 1117 na relação
geométrica correta com as microlentes 1098 (conforme foi
ensinado em relação às várias modalidades da presente
5 invenção), então, as microlentes 1098 projetarão uma imagem
sintética 1114 do primeiro padrão de ícone 1117.

Na Fig. 45(b), as microlentes 1098 são mostradas
imersas em um líquido 1120 que tem um índice de refração
aproximadamente de 1,33, tal como água. O comprimento focal
10 imerso em fluido 1122 das microlentes 1098 agora é mais do
que três vezes maior do que o comprimento focal em ar 1116
das microlentes 1098. O ponto focal imerso em água 1124
agora está aproximadamente na profundidade da segunda
camada de ícone 1106 e as microlentes 1098 podem formar uma
15 imagem sintética 1126 dos segundos padrões de ícone 1119.

A função do sistema de magnificação de moiré
HydroUnison de imagem múltipla de exemplo 1096, quando as
microlentes 1098 estão imersas em um fluido 1128 que tem um
índice de refração de 1,418 é ilustrada na Fig. 45(c). Uma
20 vez que o índice de refração do fluido de imersão 1128 é
ainda mais próximo do índice de refração das microlentes
1098, seu comprimento focal 1130 é substancialmente maior -
em torno de 7,2 vezes maior do que o comprimento focal em
ar 1116. O novo ponto focal 1132 agora está aproximadamente
25 na profundidade da terceira camada de ícone 1110, e as
microlentes 1098 podem formar uma imagem sintética 1134 dos
terceiros padrões de ícone 1111.

Infinitamente muitas variações da modalidade das Fig.
45 (a a c) são claramente possíveis no escopo da presente
30 invenção, incluindo a escolha do número de imagens

sintéticas que podem ser projetadas, a cor e o tipo de imagem sintética, a presença ou a ausência de camadas de ícone específicas, a escolha de índice de refração de fluido de imersão, etc.

5 As aplicações da modalidade das Fig. 45(a a c) incluem, mas não estão limitadas a: itens de prêmio e promocionais, materiais de autenticação e segurança, dispositivos de jogos, indicadores de umidade, e dispositivos para a distinção de líquidos diferentes.

10 Outro efeito que pode ser obtido através do uso do sistema de magnificação da presente exposição é ilustrado na Fig. 46. O efeito permite que a imagem sintética vista por um observador mude conforme o ângulo azimutal relativo do observador mudar. As imagens mudando podem ser vistas em
 15 um cone de ângulos de visualização deslocados a partir da normal por uma quantidade selecionada. Quando o observador observa o sistema de magnificação de moiré Unison Encompass naquele cone de visualização oco, a imagem vista pode ser projetada para depender do ângulo azimutal em particular do
 20 observador em torno daquele cone oco. No topo da Fig. 46, o observador está observando o sistema de magnificação a partir do ponto de vista A, e partir daquele ponto de vista vê uma imagem sintética de uma letra maiúscula "A". Se o observador se mover para um ponto de vista azimutal
 25 diferente, tal como um ponto de vista B mostrado no fundo da Fig. 46, então, poderá ver uma imagem sintética diferente, tal como a imagem de uma letra maiúscula "B".

 O método de realização do efeito também é ilustrado na Fig. 46 na esquerda superior e na direita inferior da
 30 figura. Quando o observador está observando o sistema de

magnificação a partir do ponto de vista A, as microlentes no sistema estão formando as imagens sintéticas a partir dos lados esquerdos dos padrões de ícone, conforme é mostrado na esquerda superior da figura. Quando o observador está observando o material a partir do ponto de vista B, as microlentes estão formando imagens sintéticas a partir do lado direito dos padrões de ícone, conforme mostrado na direita inferior da figura. Os elementos de imagem específicos incorporados em cada padrão de ícone, em geral, serão únicos para cada padrão de ícone, uma vez que cada padrão de ícone porta uma informação sobre múltiplas imagens sintéticas, conforme visto a partir de múltiplos pontos de vista.

A Fig. 47 ilustra os elementos de imagem específicos incorporados em um padrão de ícone representativo. Nesta figura, pode ser visto que os elementos de imagem na zona de ícone A serão visíveis a partir de uma faixa de altitudes a partir da direção de ponto de vista azimutal A. De modo similar, a zona de ícone B será vista a partir da direção de ponto de vista B, e assim por diante. Note que não há elementos de imagem na zona de ícone na esquerda superior do padrão de ícone (zona F), de modo que isto representaria uma área em branco na imagem sintética, conforme visto a partir do ponto de vista de direção F.

Esta modalidade tem uma multiplicidade de usos. Os exemplos incluem: uma imagem sintética que não parece mudar a partir de ângulos azimutais diferentes, de modo que sempre se volte para ou "acompanhe" o observador; uma série de imagens conectadas que formam um filme ou uma animação pode ser apresentada; múltiplas páginas de texto ou

informação gráfica podem ser providas, de modo que o observador "vire as páginas" ao rodar o material e o veja de posições azimutais diferentes; sinais de rua ou sinais de controle de tráfego que apresentam uma informação diferente para motoristas se aproximando deles a partir de 5 direções diferentes; e muitas outras aplicações.

As Fig. 48(a a f) ilustram um método preferido de criação de microestruturas de ícone preenchidas. Na Fig. 48(a), um substrato de filme (preferencialmente um filme de 10 poliéster de calibre 92) porta um revestimento de um gel ou de um polímero líquido 1502 (tal como o U107 da Lord Industries). Na Fig. 48(b), o revestimento de gel ou polímero líquido 1502 é colocado em contato com uma ferramenta de microestrutura de ícone 1504, tipicamente 15 criada por eletroformação com níquel, e uma energia adequada (tal como uma irradiação com luz ultravioleta ou de feixe de elétrons) é aplicada, para se fazer com que o revestimento de gel ou polímero líquido 1502 polimerize e retenha o formato de microestrutura da ferramenta de 20 microestrutura de ícone 1504. Quando a ferramenta de microestrutura de ícone 1504 é removida, Fig. 48c, a camada de ícone de revestimento polimerizado 1510 retém as impressões negativas da ferramenta de microestrutura de ícone, estas impressões negativas constituindo as 25 microestruturas de ícone 1508 de camada de ícone 1510. A camada de ícone 1510 então é revestida com um material de preenchimento de ícone 1512, Fig. 48d, que preenche as microestruturas de ícone 1508. O material de preenchimento de ícone 1512 é removido da superfície de topo (conforme 30 desenhado) da camada de ícone 1510 por meio de uma lâmina

raspadora 1514, que se move na direção da seta 1516. A lâmina raspadora 1514 seletivamente remove o material de preenchimento de ícone 1512 da superfície superior plana da camada de ícone, enquanto o deixa atrás nas microestruturas de ícone 1508, conforme mostrado na Fig. 48f. O material de preenchimento de ícone 1520 remanescente nas microestruturas de ícone 1508 opcionalmente então é polimerizado pela aplicação de uma fonte de energia adequada (tal como uma irradiação com luz ultravioleta ou de feixe de elétrons).

Se o material de preenchimento de ícone 1512 for à base de solvente, a etapa de processo final poderá incluir o aquecimento para a retirada do solvente em excesso.

Os sistemas e dispositivos aqui têm muitos campos de uso e aplicações. Os exemplos incluem:

Aplicações de governo e defesa - sejam federais, estaduais ou estrangeiros (tais como passaportes, carteiras de ID, carteiras de motorista, vistos, certidões de nascimento, registros vitais, certificados de registro de eleitor, cédulas de votação, carteiras de seguro social, títulos, selos de alimentos, selos de postagem e selos de taxas);

papel-moeda - seja federal, estadual ou estrangeiro (tais como fios de segurança em papel-moeda, recursos em papel-moeda de polímero, e recursos em papel-moeda de papel);

documentos (tais como títulos, escrituras, licenças, diplomas e certificados);

instrumentos financeiros e negociáveis (tais como cheques bancários certificados, cheques corporativos,

cheques pessoais, comprovantes bancários, certificados de ações, cheques de viagem, ordens de pagamento, cartões de crédito, cartões de débito, cartões de caixa eletrônico, cartões de afinidade, cartões de telefone pré-pago e
5 cartões de brinde);

informação confidencial (tais como scripts de filme, documentos legais, propriedade intelectual, registros médicos / registros hospitalares, formulários / blocos de receitas, e "receitas secretas");

10 proteção de produto e marca, incluindo cuidados com tecidos e com a casa (tais como detergentes de lavagem, amaciantes de tecido, cuidados com a louça, limpadores domésticos, revestimentos de superfície, refrescantes de tecido, branqueadores e cuidados para tecidos especiais);

15 cuidados com a beleza (tais como cuidados com cabelos, cor de cabelo, cuidados com a pele e limpeza, cosméticos, fragrâncias, antiperspirantes e desodorantes, absorventes higiênicos de proteção feminina, tampões e protetores de calcinha);

20 cuidados com o bebê e com a família (tais como fraldas para bebês, lenços úmidos de bebês e crianças de até 3 anos, babadores de bebê, forros para troca de fralda e cama, toalhas de papel, papel higiênico e lenço facial);

cuidados com a saúde (tais como cuidados orais, saúde
25 e nutrição de animais de estimação, produtos farmacêuticos com receita, produtos farmacêuticos de venda não controlada, administração de remédios e cuidados pessoais com a saúde, vitaminas com receita e suplementos esportivos e nutricionais; óculos com receita e sem receita;
30 dispositivos médicos e equipamentos vendidos para

hospitais, profissionais médicos e distribuidores médicos de atacado (isto é, bandagens, equipamento, dispositivos implantáveis, suprimentos cirúrgicos);

acondicionamento de alimentos e bebidas;

5 acondicionamento de artigos secos;

equipamento eletrônico, partes e componentes;

roupas e calçados, incluindo roupas esportivas, calçados, itens licenciados e não licenciados sofisticados, esportivos e de luxo, tecido;

10 produtos farmacêuticos de biotecnologia;

componentes e partes aeroespaciais;

componentes e partes automotivos;

artigos esportivos;

produtos para tabaco;

15 software;

discos compactos e DVDs;

explosivos;

itens de decoração (tais como papel de presente e fita);

20 livros e revistas;

produtos escolares e suprimentos de escritório;

cartões comerciais;

documento de remessa e embalagem;

capas de notebook;

25 capas de livro;

marcadores de livro;

bilhetes para eventos e de transporte;

aplicações de apostas e jogos (tais como bilhetes de loteria, cartões de jogo, fichas de cassino e itens para
30 uso em ou com cassinos, rifas e apostas em corridas de

cavalos);

mobiliário e decoração de interiores (tais como artigos de cama, mesa e banho e móveis);

pisos e revestimentos de parede;

5 jóias e relógios;

sacolas;

arte, itens colecionáveis e relíquias;

brinquedos;

10 mostradores (tais como mostradores de ponto de compra e comercialização);

marcação, rotulagem e acondicionamento de produto (tais como rótulos, etiquetas para mercadorias, etiquetas, fios, tiras de rasgar, invólucros externos, fixação de uma imagem à prova de violação aplicada a um produto de marca
15 ou documento para autenticação ou aprimoramento, como camuflagem e como acompanhamento de bens).

Os materiais adequados para as modalidades descritas acima incluem uma ampla faixa de polímeros. Acrílicos, poliésteres acrilatados, uretanos acrilatados,
20 polipropilenos, uretanos e poliésteres têm propriedades óticas e mecânicas adequadas para as microlentes e os elementos de ícone microestruturados. Os materiais adequados para o filme de substrato opcional incluem a maioria dos filmes de polímero comercialmente disponíveis,
25 incluindo acrílico, celofane, saran, náilon, polycarbonato, poliéster, polipropileno, polietileno e polivinila. Os materiais de preenchimento de ícone microestruturados podem incluir qualquer um dos materiais listados acima, conforme adequado para a fabricação dos elementos de ícone
30 microestruturados, bem como tintas à base de solvente e

outros veículos de pigmento ou corante comumente disponíveis. Os corantes ou pigmentos incorporados nestes materiais devem ser compatíveis com a constituição química do veículo. Os pigmentos devem ter um tamanho de partículas
5 que seja substancialmente menor do que as menores dimensões de qualquer componente de um elemento de ícone. Os materiais de camada de selagem opcional podem incluir qualquer um dos materiais listados acima como adequados para a constituição de elementos de ícone
10 microestruturados, mais muitas pinturas diferentes comercialmente disponíveis, tintas, revestimentos de proteção adicionais, vernizes, lacas e revestimentos claros usados nas indústrias de impressão e papel e conversão de filme. Não há uma combinação preferida de materiais - a
15 escolha de materiais depende dos detalhes da geometria de material, das propriedades periféricas do sistema e do efeito ótico que for desejado.

Embora exemplos de modalidades tenham sido mostrados e descritos, será claro para aqueles de conhecimento comum na
20 técnica que várias mudanças, modificações ou alterações na invenção, conforme descrito aqui, podem ser feitas. Todas essas mudanças, modificações e alterações, portanto, devem ser vistas como no escopo da exposição.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de imagem ótica sintética caracterizado pelo fato de compreender:

um arranjo de elementos de focalização, e

5 um sistema de imagem que inclui um arranjo de elementos de ícone microestruturados projetados para coletivamente formar pelo menos uma imagem,

no qual o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagem cooperam para a formação de pelo menos
10 uma imagem ótica sintética.

2. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema compreendendo o arranjo de elementos de ícone microestruturados e o arranjo de elementos de focalização
15 tem diâmetro de menos de 50 microns, ou os elementos de focalização tem um diâmetro efetivo de menos de 50 microns, ou ambos.

3. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo
20 fato de que o arranjo de elementos de ícone microestruturados é incorporado em uma camada de ícone formada sobre um substrato.

4. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado
25 pelo fato de que os elementos de ícone microestruturados são formados como recessos ou como áreas elevadas, ou ambos.

5. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado
30 pelo fato de que os elementos de ícone microestruturados

são selecionados a partir de um ou mais dentre padrões de vazio assimétricos, padrões de vazio simétricos, padrões de armadilhas luminosas, padrões elevados assimétricos, padrões elevados simétricos, padrões de relevo de superfície holográficos, padrões de relevo difrativos generalizados, padrões estruturados binários, padrões óticos binários, padrões de relevo em degrau, padrões rugosos randômicos e rugosos pseudo-randômicos, padrões de superfície nominalmente plana, padrões côncavos ou convexos e combinações dos mesmos.

6. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que o sistema de imagem ótica sintética é um ou mais dentre um sistema microótico, um sistema de projeção de imagem microótico de magnificação sintética, um sistema de magnificação de moiré, ou um sistema de imagem lenticular microcilíndrico.

7. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 4, 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos de ícone microestruturados é incorporado em uma camada de ícone e a camada de ícone é independente, provida sobre um substrato, ou ambos.

8. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos de ícone microestruturados inclui áreas tendo microestruturas e áreas que não são estruturadas, nas quais o arranjo de elementos de ícone microestruturados são projetados para exibir um contraste ótico entre as microestruturas e as

áreas que não são estruturadas quando o arranjo for imerso ou estiver em contato com um vácuo, um gás, um líquido ou um sólido, no qual o contraste ótico surge de um ou mais dentre refração, reflexão interna, reflexão de superfície, dispersão, polarização, rotação ótica, difração, interferência ótica ou combinações dos mesmos.

9. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos elementos de ícone tem um revestimento.

10. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o revestimento é um ou mais dentre material de revestimento de metal, revestimento metalizado padronizado, ou é padronizado e pelo menos uma parte do revestimento padronizado (i) provê uma imagem de ícone independente dos elementos de ícone microestruturados, de modo que o revestimento padronizado crie pelo menos uma primeira imagem sintética, enquanto os elementos de ícone microestruturados criam uma segunda imagem sintética; (ii) forma uma imagem positiva ou uma imagem negativa; (iii) forma uma imagem de cor invertida; ou (iv) forma uma imagem que é opaca contra um fundo transparente ou uma imagem que é transparente contra um fundo opaco.

11. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos elementos de ícone microestruturados forma uma ou mais de (i) uma imagem positiva, (ii) uma imagem negativa, (iii) uma imagem de cor invertida, ou (iv) uma imagem que é opaca

contra um fundo transparente, ou (v) uma imagem que é transparente contra um fundo opaco.

12. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 5 10 ou 11, caracterizado pelo fato de compreender uma microimpressão formada a partir de um arranjo de elementos de ícone microestruturados e um arranjo de elementos de focalização, os arranjos cooperando para a formação de pelo menos uma imagem ótica sintética, a microimpressão sendo 10 opcionalmente usada para um armazenamento de informação compacta, identificação de um papel-moeda, em um fio de segurança para papel-moeda, documentos, embalagem ou artigos manufaturados.

13. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com 15 a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos elementos de ícone microestruturados é revestida com um material de revestimento antes da laminação a preferivelmente um segundo revestimento, os elementos de ícone microestruturados preferivelmente sendo 20 incorporados em uma camada de ícone e o segundo revestimento sendo preferivelmente aplicado à camada de ícone.

14. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 25 10, 11, 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que a camada de ícone é formada por elementos de ícone positivos e elementos de ícone negativos.

15. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a camada 30 de ícone é formada por (i) elementos de ícone positivos em

que os elementos de ícone positivos são formados como depressões ou vazios na camada de ícone e as áreas de fundo na camada de ícone são formadas como porções elevadas, (ii) elementos de ícone negativos em que os elementos de ícone negativos são formados como áreas elevadas na camada de ícone e as áreas de fundo na camada de ícone são formadas como depressões ou vazios, (iii) elementos de ícone positivos formados como depressões ou vazios na camada de ícone, pelo menos uma porção das depressões ou vazios sendo preenchida com um material de preenchimento que tem uma propriedade diferente do material de camada de ícone, (iv) elementos de ícone negativos formados como áreas elevadas na camada de ícone com áreas de fundo formadas como depressões ou vazios, pelo menos uma porção das depressões ou vazios sendo preenchidas com um material de preenchimento que tem uma propriedade diferente daquela do material de camada de ícone ou (v) combinações destes.

16. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de ainda incluir opcionalmente um material de revestimento padronizado aplicado a pelo menos uma porção da superfície da camada de ícone ou associada à camada de ícone, colocando o revestimento atrás da camada de ícone.

17. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 ou 16, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é selecionado dentre de um ou mais de revestimento conformador, revestimento não conformador, revestimento contínuo, revestimento descontínuo, revestimento padronizado, revestimento metalizado padronizado, revestimento não padronizado,

revestimento direcional, ou revestimento com áreas tendo propriedades diferentes ou materiais da camada de ícone, revestimento no qual os elementos de ícone microestruturados são formados, revestimento de alumínio substancialmente transparente quando visto a partir de uma direção normal ao plano da camada de ícone, a refletividade da camada de revestimento aumentando com um ângulo de incidência crescente, de modo que os lados dos elementos de ícone revestidos parecem mais refletivos, resultando no surgimento de um contorno de alto contraste dos elementos de ícone, revestimento de material dielétrico de camada múltipla no qual a cor do revestimento parece diferente em ângulos de visualização diferentes, ou combinações destes.

18. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ou 17, caracterizado pelo fato de que ainda inclui um material de preenchimento preenchendo pelo menos parcialmente uma porção dos elementos de ícone microestruturados.

19. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o material de preenchimento inclui um material de coloração ou um material fluorescente, ou ambos, ou pelo uma porção dos elementos de ícones microestruturados é preenchida com quantidades diferentes de materiais diferentes.

20. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é padronizado por impressão, deposição de um material de resistência sobre o revestimento e ataque químico de pelo menos uma porção do

revestimento exposto ou remoção química ou mecânica de pelo menos uma porção do material de revestimento.

21. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 ou 16, caracterizado pelo
5 fato de que o material de revestimento é um ou mais de material de revestimento padronizado que cria um conjunto de elementos de ícone que coletivamente formam uma imagem além da imagem coletivamente formada pelos elementos de ícone microestruturados, um revestimento padronizado com
10 uma geometria que não se coordena com a geometria dos elementos de ícone microestruturados, um revestimento que porta uma informação diferente da informação portada pelos elementos de ícone microestruturados ou um uma folha de estampagem a quente opcionalmente incluindo uma camada de
15 laca frangível.

22. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o material de preenchimento preenche pelo menos parcialmente uma porção de uma pluralidade de depressões nos elementos
20 de ícone microestruturados.

23. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que os elementos de ícone microestruturados são formados a partir de um material de
25 revestimento padronizado provido em porções selecionadas do substrato, o material de revestimento padronizado formando padrões de objeto positivos ou negativos dos elementos de ícone.

24. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com
30 qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 ou 23, caracterizado pelo fato de que o sistema opera como um sistema de autenticação, no qual o arranjo de elementos de focalização é separado do sistema de imagem e é usado para a leitura de uma informação contida no sistema de imagem.

25. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos de focalização é formado como uma folha e o sistema de imagem é formado como uma folha e as duas folhas serem adaptadas para serem acopladas de forma ótica ou mecânica, com ou sem um fluido de acoplamento, e o comprimento focal dos elementos de focalização é maior do que a espessura da folha incluindo os elementos de focalização.

26. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos de ícone é posicionado sobre ou em uma superfície da folha de sistema de imagem e o ponto focal dos elementos de focalização está na ou ligeiramente fora da superfície da folha de sistema de imagem, quando as duas folhas são acopladas para a formação de pelo menos uma imagem ótica sintética, a superfície da folha de sistema de imagem incluindo os elementos de ícone microestruturados projetados para a formação da imagem ótica sintética, o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagem tendo arranjos que substancialmente combinam, ou o sistema ainda incluindo um revestimento de superfície sobre a folha de sistema de imagem.

27. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 24, 25 ou 26, caracterizado

pelo fato de que a folha de sistema de imagem inclui múltiplos padrões de elementos de ícone que formam imagens sintéticas diferentes em cooperação com o arranjo de elementos de focalização.

5 28. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que imagens sintéticas diferentes são formadas em ângulos de rotação diferentes da folha de elemento de focalização em relação à folha de sistema de imagem, um padrão de elemento de ícone
10 sendo diferente de outro padrão de elemento de ícone, folhas de elemento de focalização diferentes são requeridas para a formação de imagens sintéticas a partir de padrões de elemento de ícone diferentes, ou os diferentes padrões de elementos de ícones são providos em pelo menos duas
15 camadas de elementos de ícone diferentes.

 29. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 27 ou 28, caracterizado pelo fato de que uma segunda folha de elemento de focalização é colocada sobre uma primeira folha de elemento
20 de focalização, para a formação de imagens sintéticas de dois padrões de elemento de ícone diferentes, uma das folhas de elemento de focalização tendo elementos de focalização com um comprimento focal diferente dos elementos de focalização da outra folha de elemento de
25 focalização.

 30. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que as primeira e segunda folhas de elemento de focalização tem arranjos diferentes de arranjos de elementos de
30 focalização.

31. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que ainda inclui um espaçador ótico entre o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagem.

32. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que a espessura do espaçador ótico é maior do que o comprimento focal dos elementos de focalização, de modo que a pelo menos uma imagem ótica sintética não seja distinguível sem a colocação de outro material sobre o arranjo de elementos de focalização, o índice de refração do outro material sendo suficiente para mudar o comprimento focal dos elementos de focalização para focalizar os elementos de ícone do sistema de imagem, desse modo se provendo a pelo menos uma imagem ótica sintética.

33. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que ainda inclui pelo menos duas camadas de ícone diferentes, cada camada de ícone incluindo um arranjo de elementos de ícone,

no qual pelo menos uma primeira imagem ótica sintética é formada em cooperação do arranjo de elementos de focalização com o arranjo de elementos de ícone de uma primeira camada de ícone, e

no qual pelo menos uma segunda imagem ótica sintética formada em cooperação do arranjo de elementos de focalização com o arranjo de elementos de ícone de uma segunda camada de elementos de ícone não é distinguível sem que se coloque outro material sob o arranjo de elementos de

focalização, o índice de refração do outro material sendo suficiente para mudar o comprimento focal dos elementos de focalização para focalizar o arranjo dos elementos de ícone da segunda camada de ícone, assim formando a pelo menos uma
5 segunda imagem ótica sintética.

34. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 32 ou 33, caracterizado pelo fato de que o outro material é um líquido, desse modo se provendo pelo menos uma imagem ótica sintética de
10 indicação de umidade.

35. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 ou 34, caracterizado
15 pelo fato de que é incorporado em papel-moeda ou em um fio de segurança para papel-moeda.

36. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma imagem ótica
20 sintética vista por um observador mude conforme o ângulo azimutal de visão do sistema de imagem mudar.

37. Sistema de apresentação de imagem caracterizado pelo fato de que compreende um arranjo de elementos de ícone microestruturados, os elementos de ícone
25 microestruturados projetados para a formação coletiva de uma imagem ou certa informação selecionada, onde a imagem é projetada para ser vista ou a informação lida pelo uso de um dispositivo de magnificação em separado.

38. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com
30 qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 ou 6,

caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos de ícone microestruturados inclui padrões de elementos de ícone que formam pelo menos duas imagens sinteticamente magnificadas diferentes em cooperação com o arranjo de elementos de focalização, uma imagem sinteticamente magnificada aparente do ponto de vista do sistema e a segunda imagem sinteticamente magnificada aparente de um segundo ponto de vista do sistema.

39. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que ainda inclui duas camadas de elemento de ícone diferentes, cada camada de elemento de ícone incluindo um arranjo de elementos de ícone microestruturados, a espessura do espaçador ótico sendo maior do que a largura focal do elemento de focalização de modo que uma imagem ótica sintética ou imagens formadas em cooperação com o arranjo de elementos de focalização com cada uma das duas camadas de elemento de ícone diferentes não é distinguível sem que se coloque um material sobre o arranjo de elementos de focalização, no qual a colocação sobre o arranjo dos elementos de focalização do primeiro material tem um primeiro índice de refração suficiente para mudar o comprimento focal dos elementos de focalização para focalizar os arranjos de elementos de ícone de uma primeira das duas camadas de elementos de ícone, assim formando pelo menos uma primeira imagem ótica sintética, e a colocação sobre o arranjo dos elementos de focalização do segundo material tendo um segundo índice de refração suficiente para mudar o comprimento focal dos elementos de focalização para focalizar os arranjos de elementos de ícone de uma

segunda das duas camadas de elementos de ícone, assim formando pelo menos uma segunda imagem ótica sintética.

40. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 ou 36, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos de ícone incluindo elementos de ícone microestruturados tendo um relevo físico, o arranjo de elementos de focalização sendo dispostos em relação ao arranjo de elementos de ícone, pelo menos uma porção dos elementos de ícone formando pelo menos uma imagem sinteticamente magnificada de pelo menos uma porção dos elementos de ícone.

41. Sistema de imagem ótica sintética, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 ou 40, caracterizado pelo fato de que o sistema opera como um sistema de autenticação ou dispositivo de segurança.

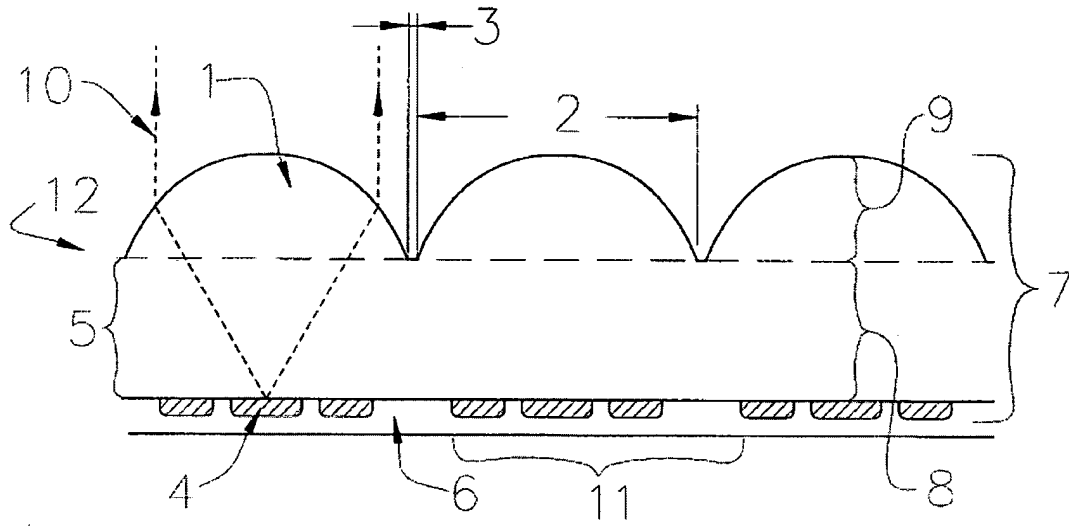


Fig. 1a

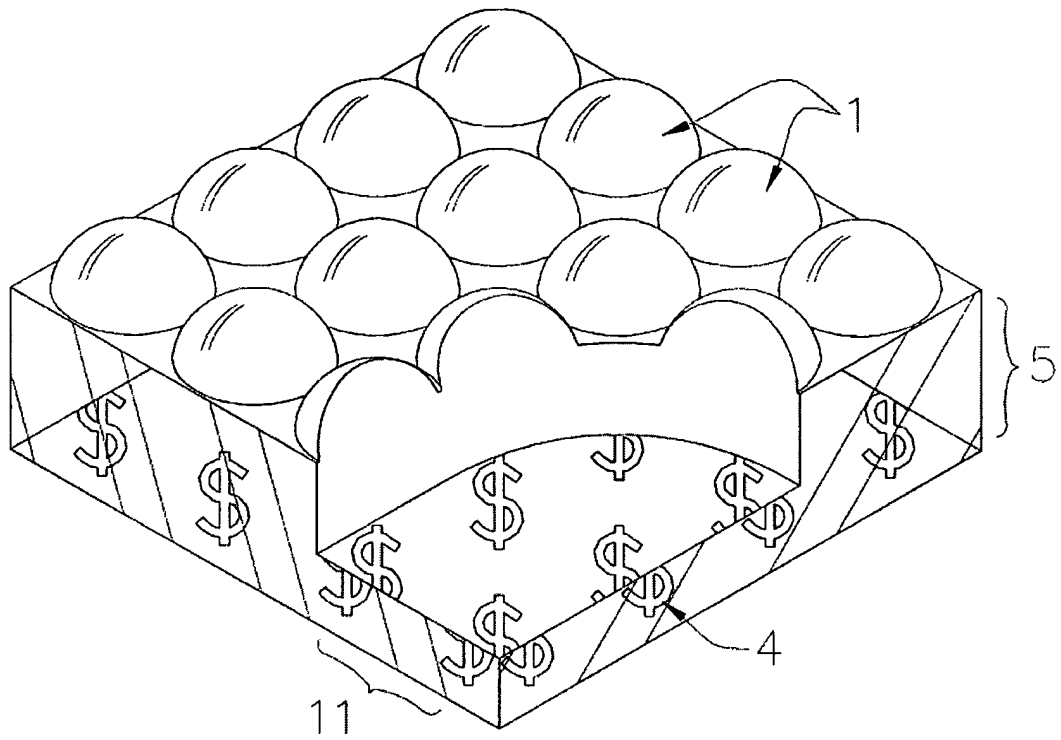


Fig. 1b

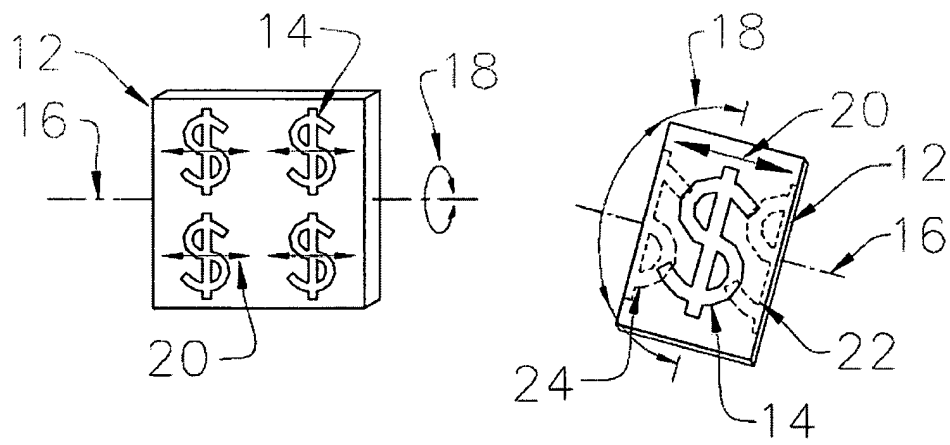
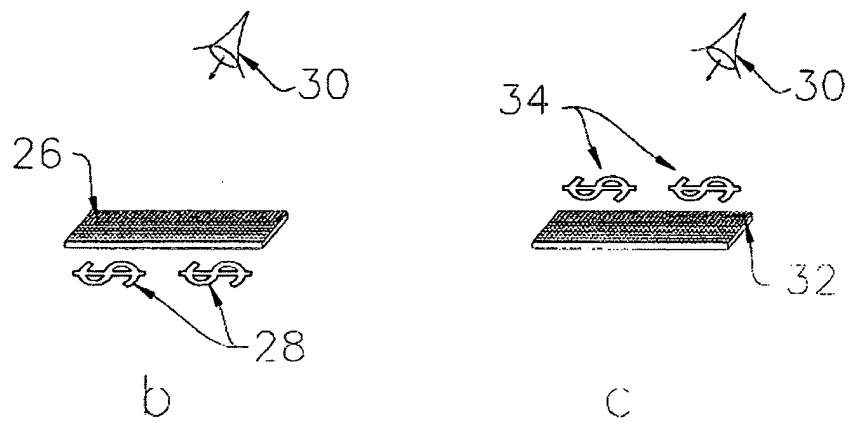
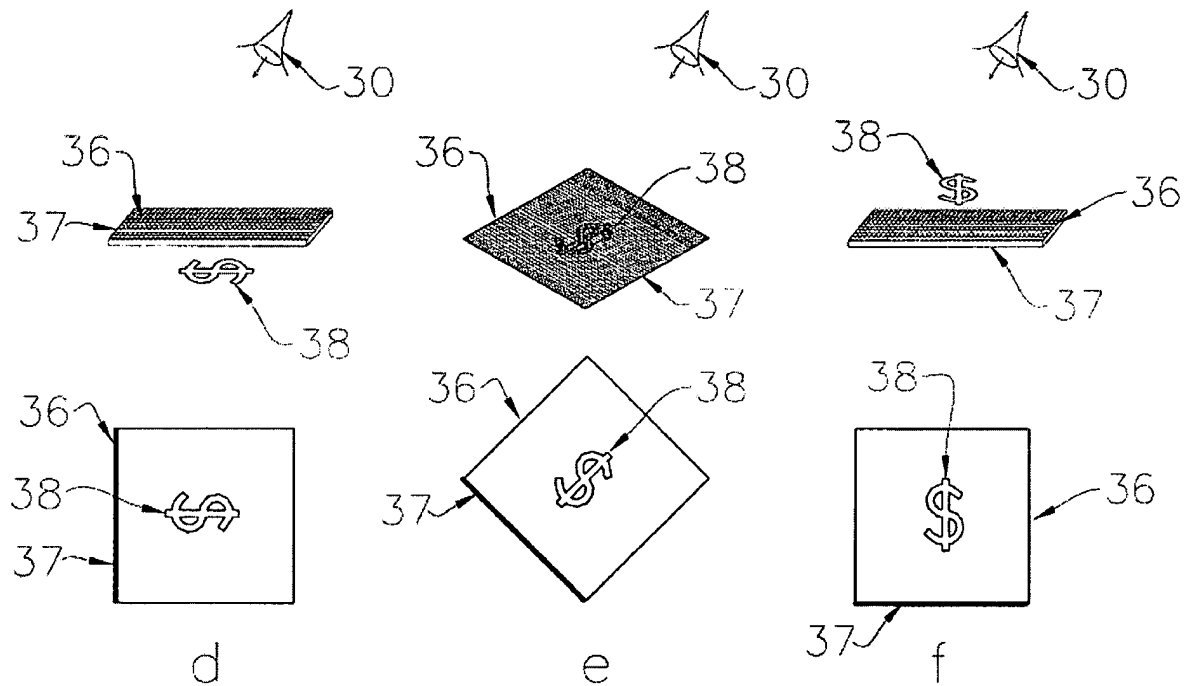


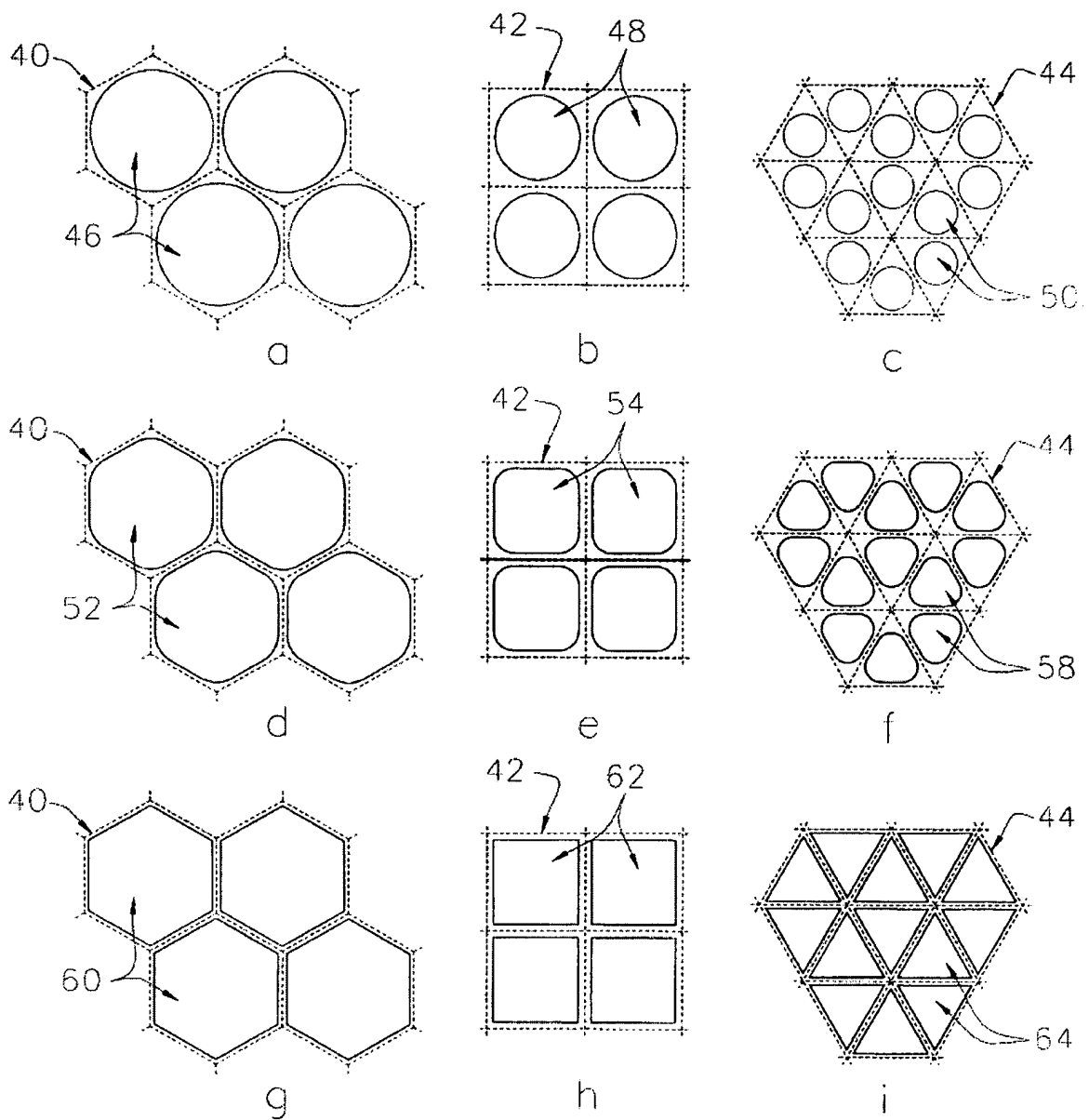
Fig 2a



Figs 2b,c



Figs 2d,e,f



Figs 3a-i

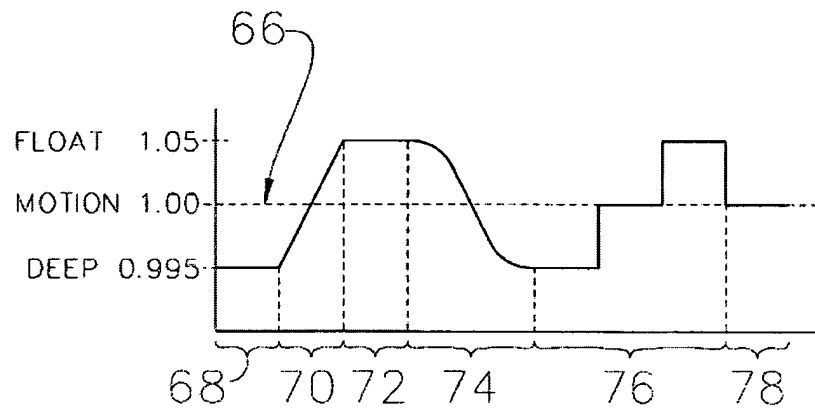
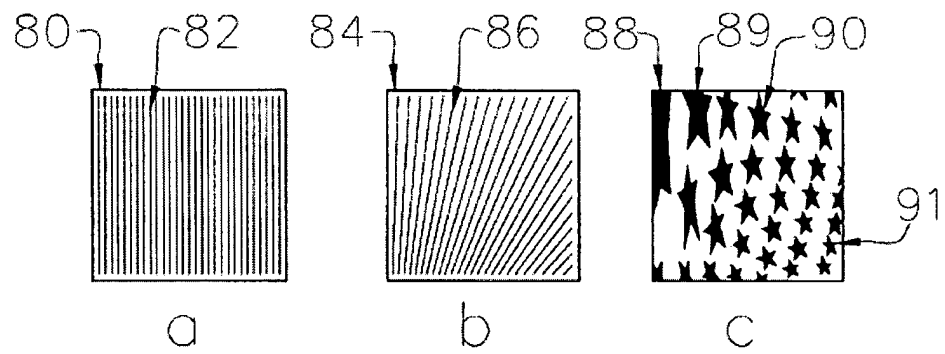
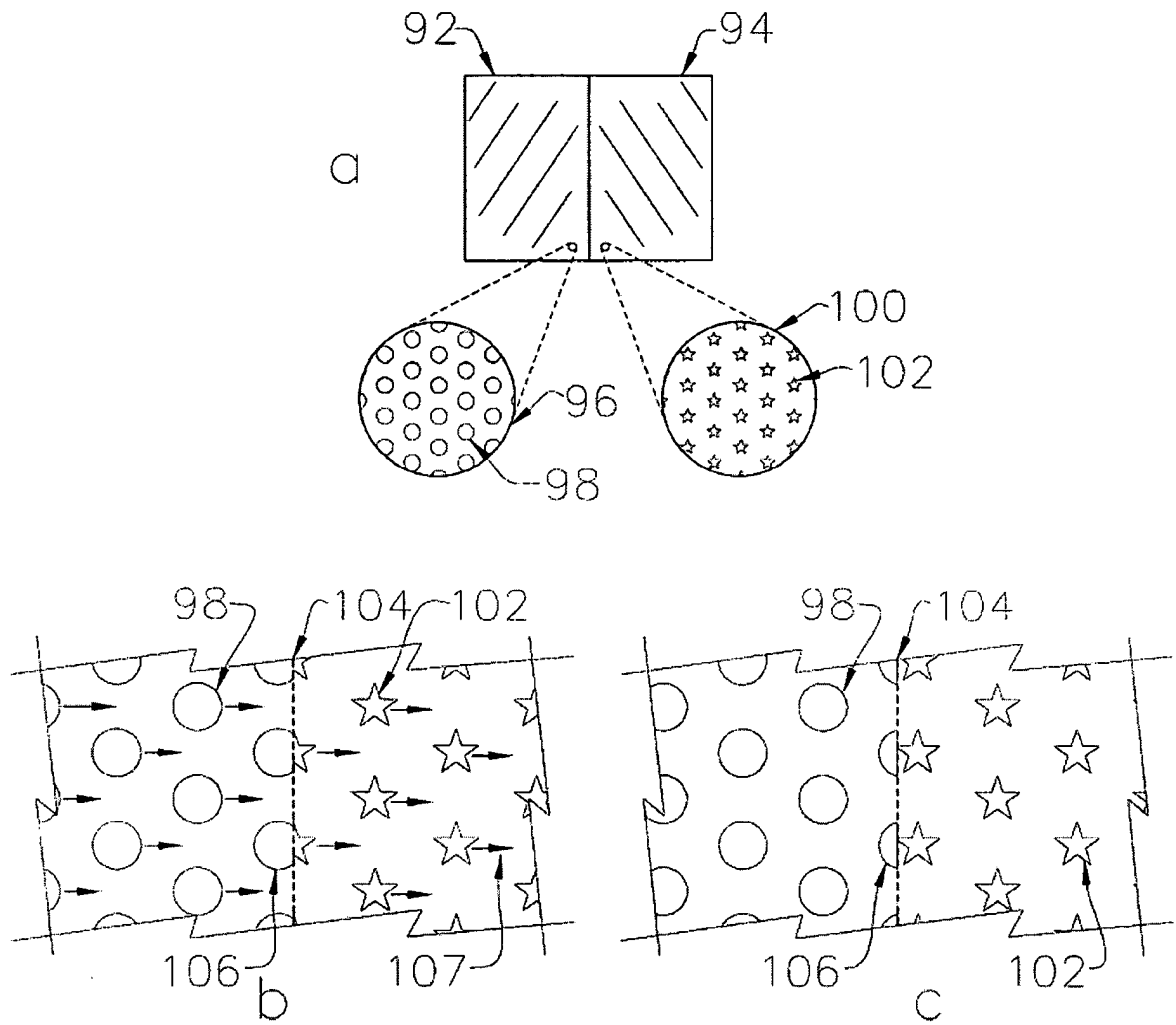


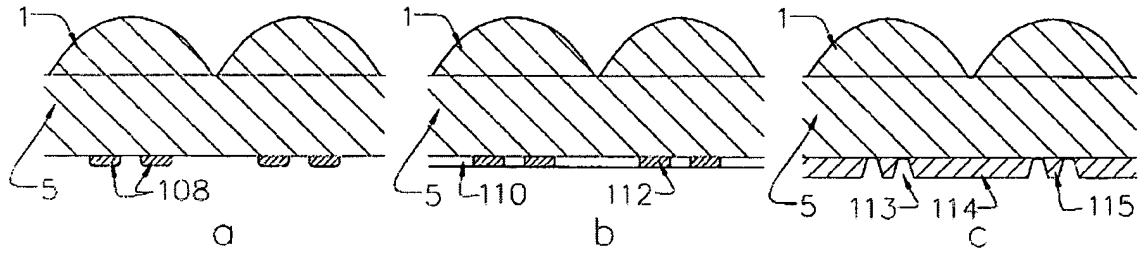
Fig. 4



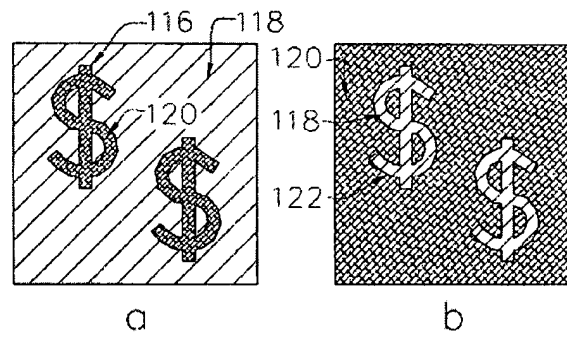
Figs. 5a-c



Figs. 6a—c



Figs. 7a-c



Figs. 8a-b

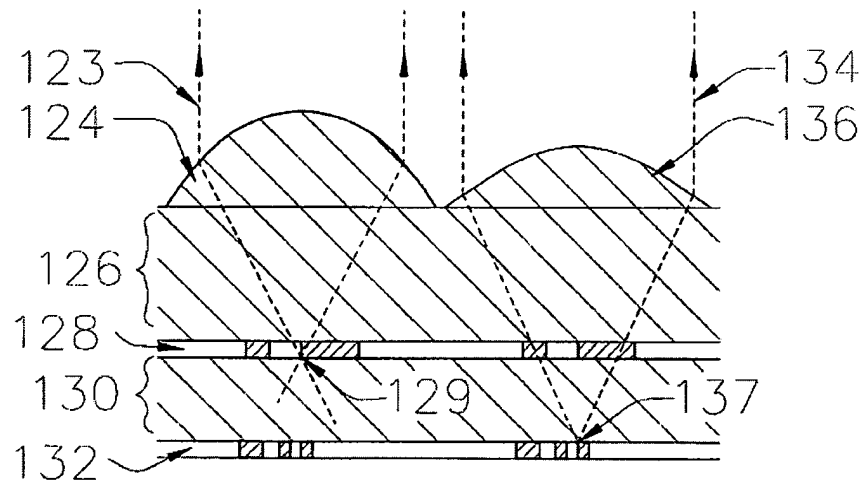


Fig. 9

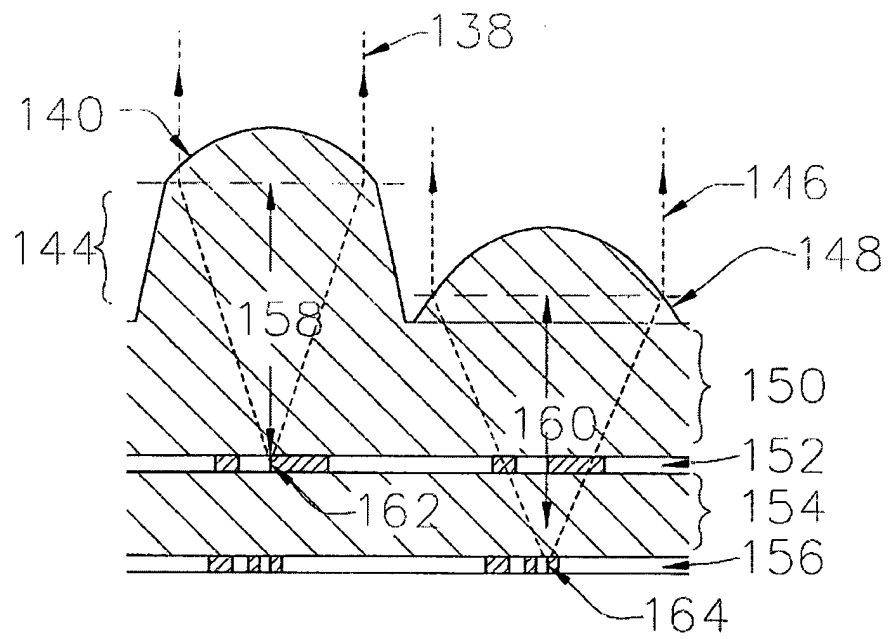
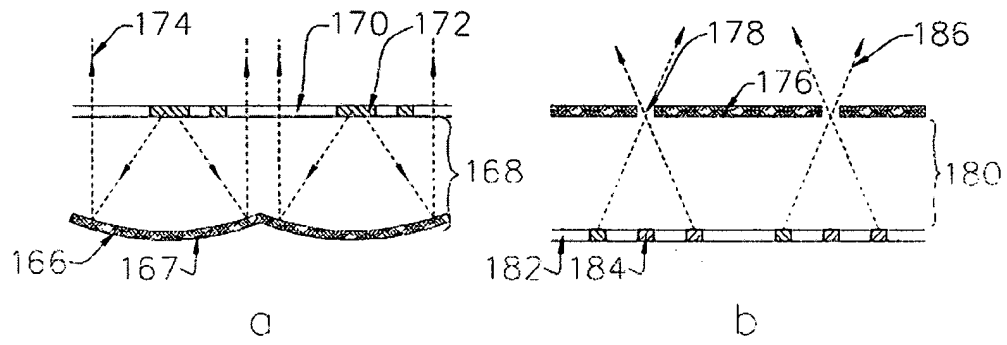
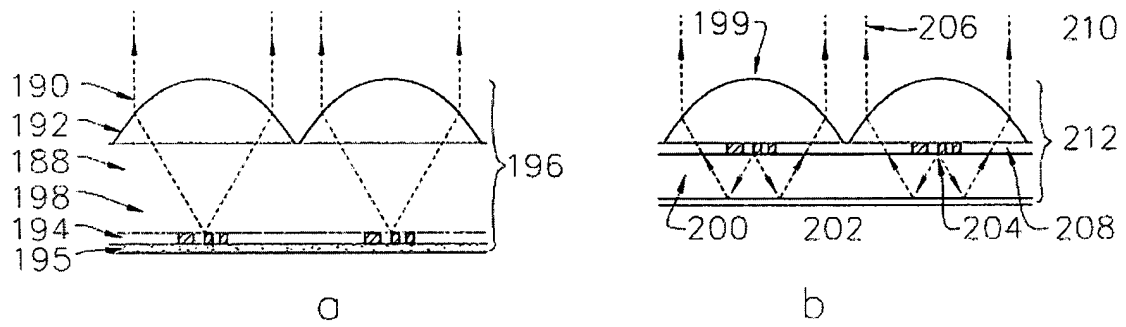


Fig. 10



Figs. 11a-b



Figs. 12a-b

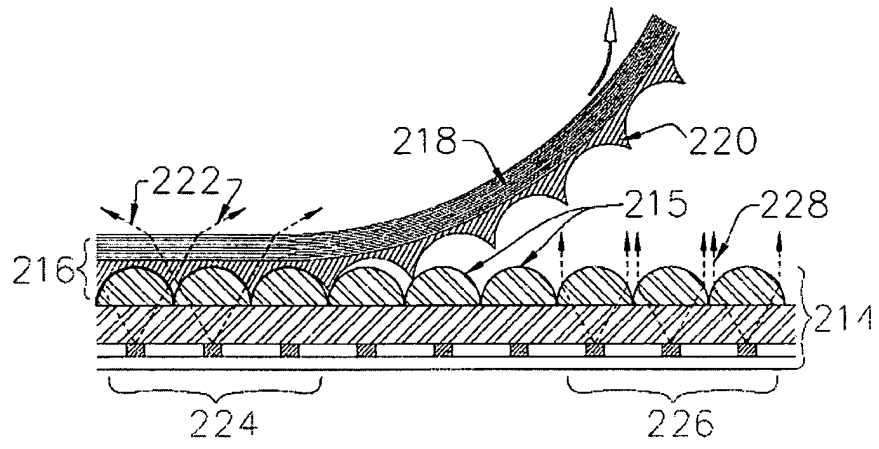


Fig. 13

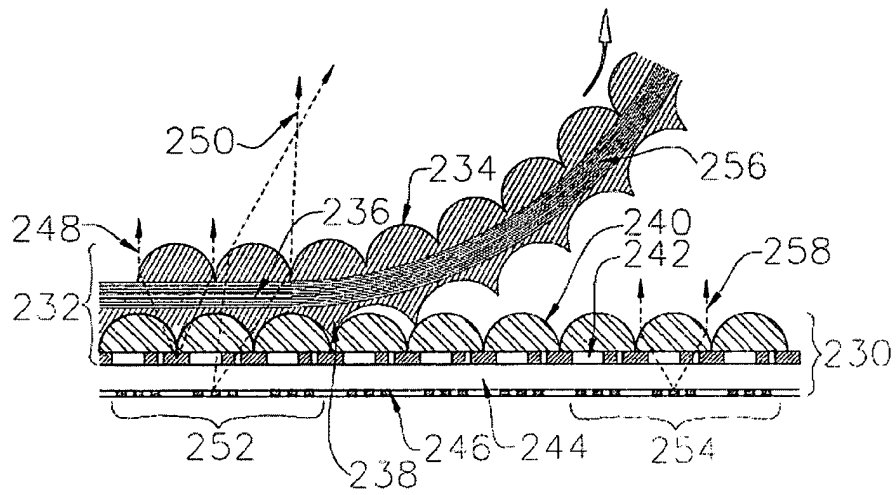
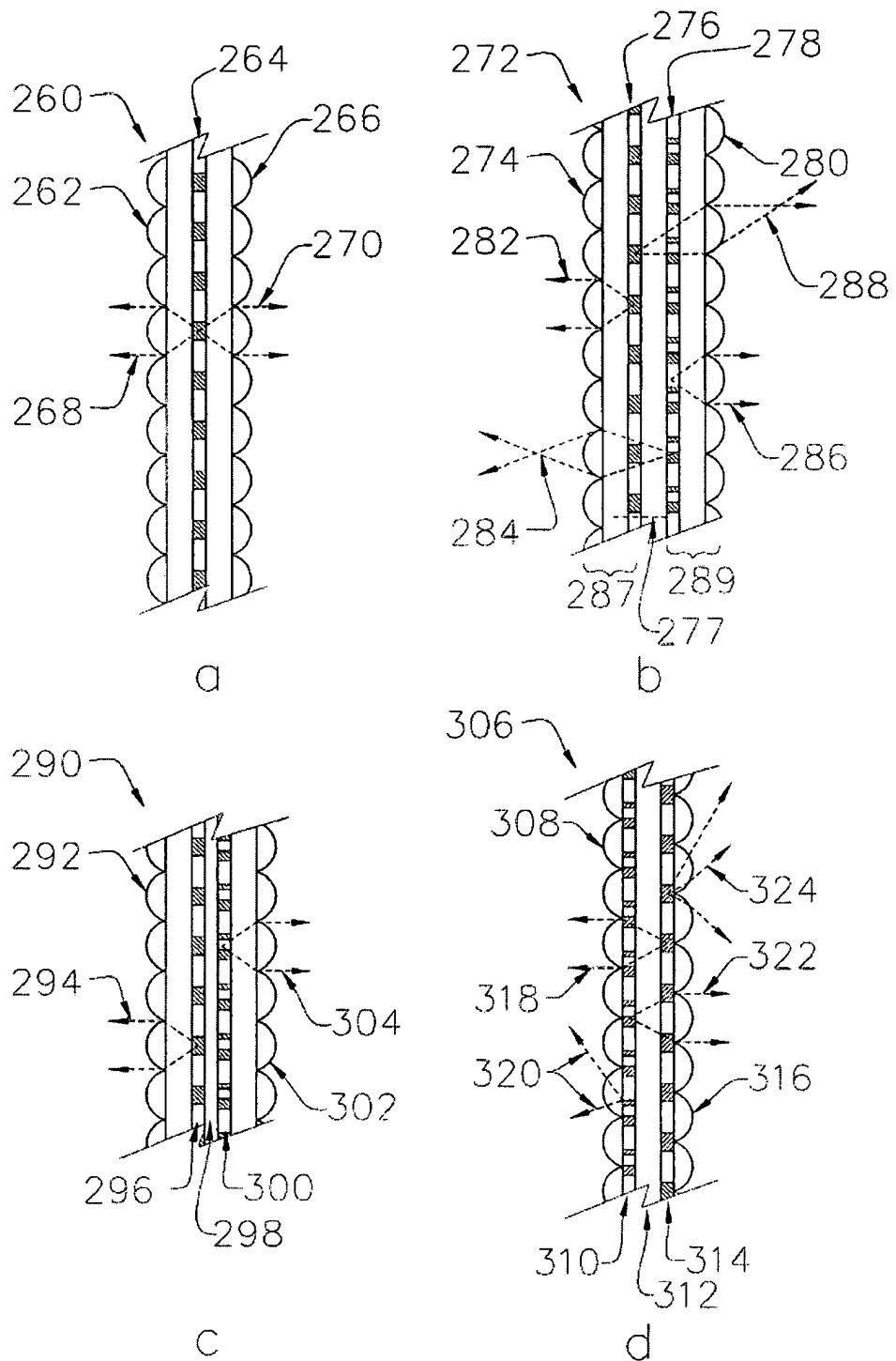
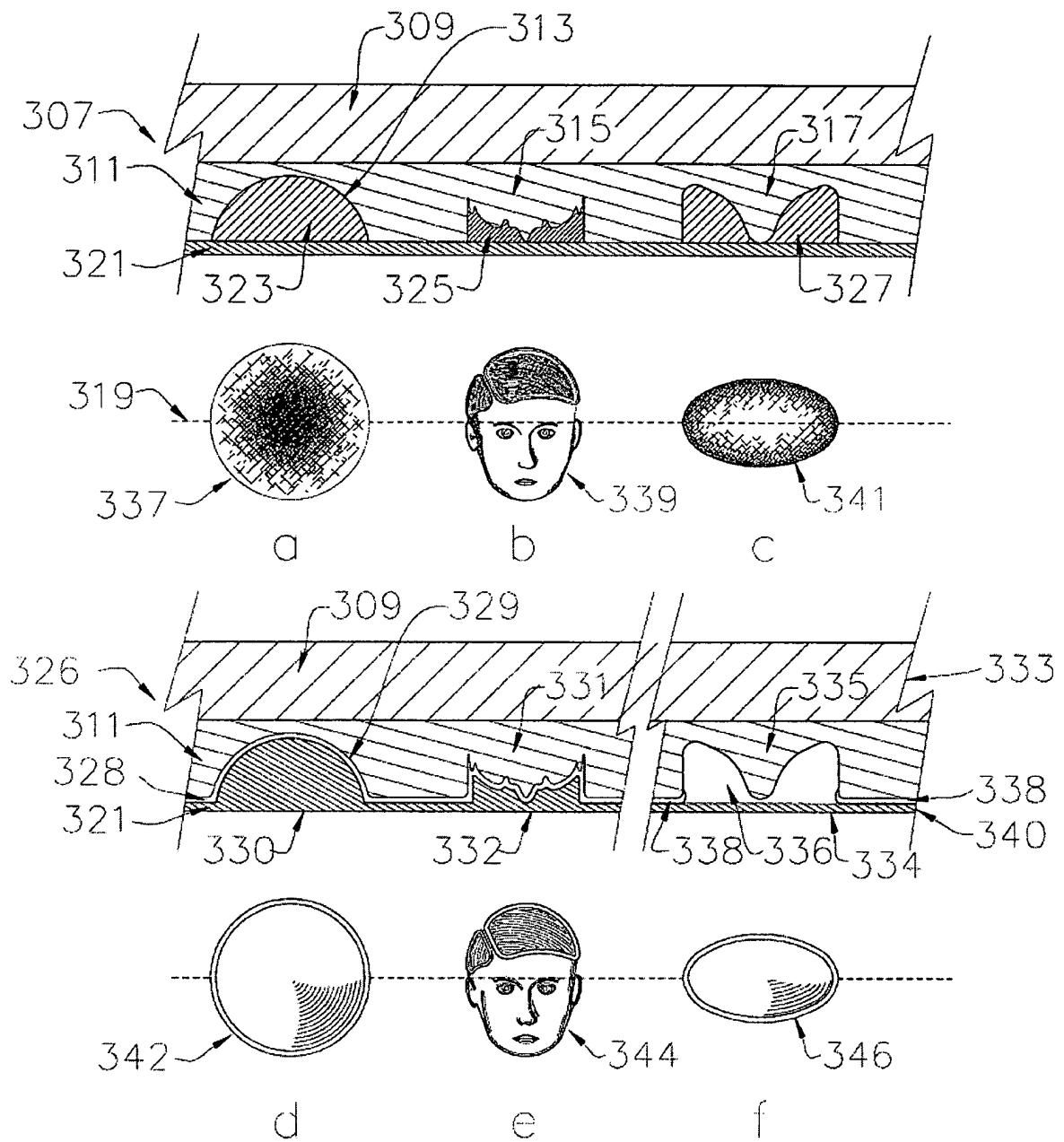


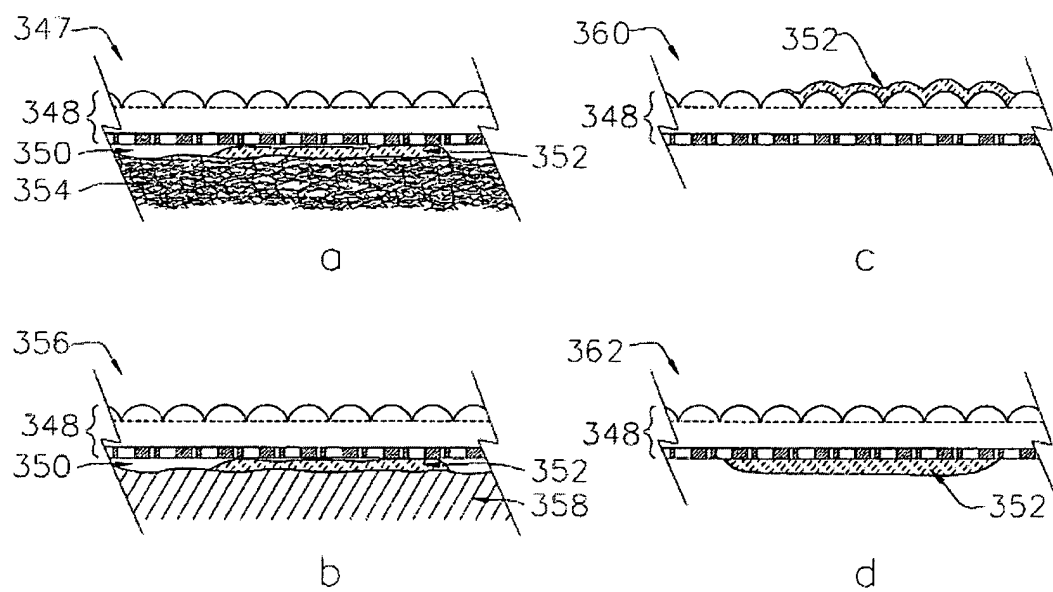
Fig. 14



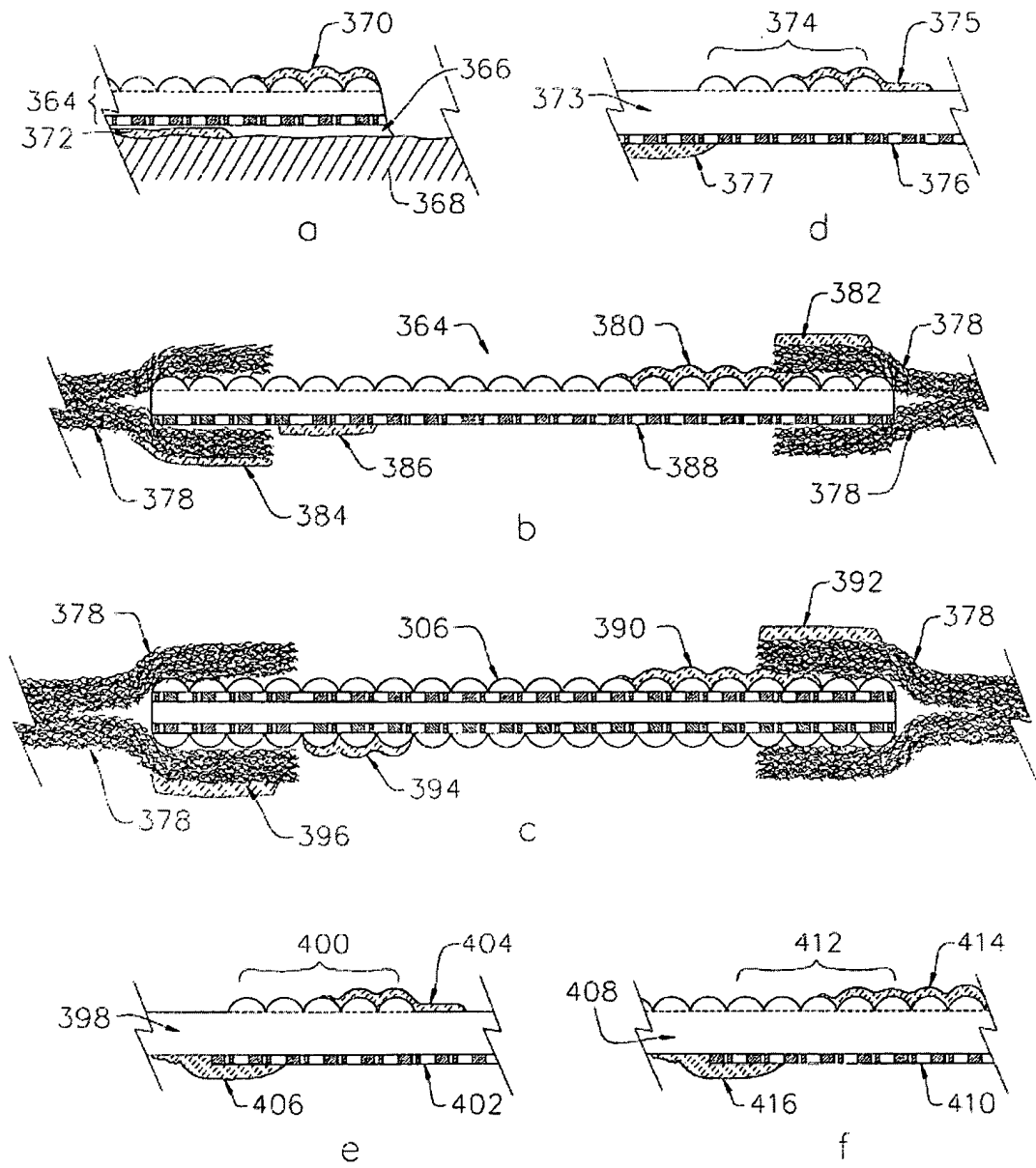
Figs. 15a-d



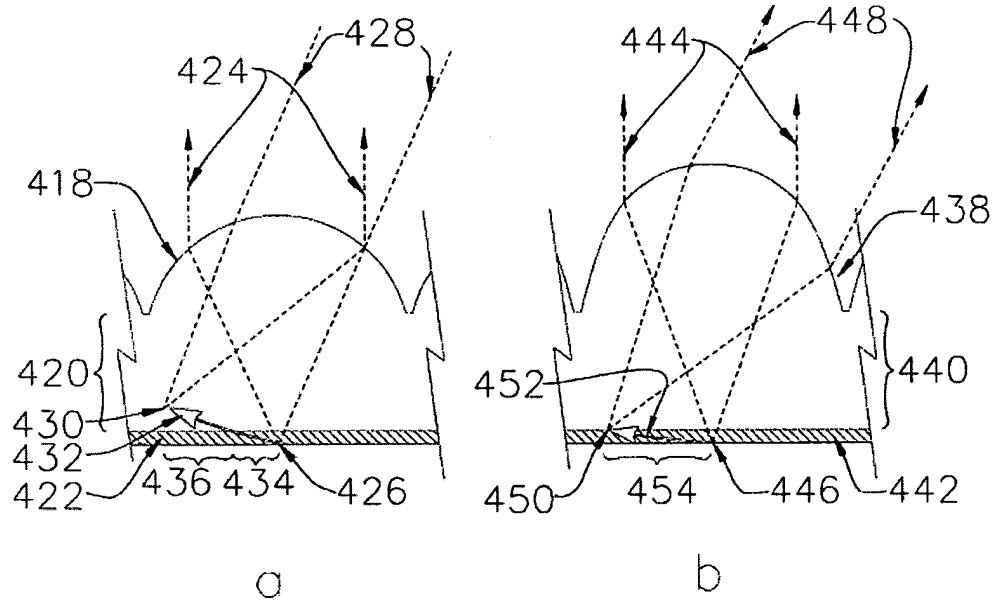
Figs. 16a-f



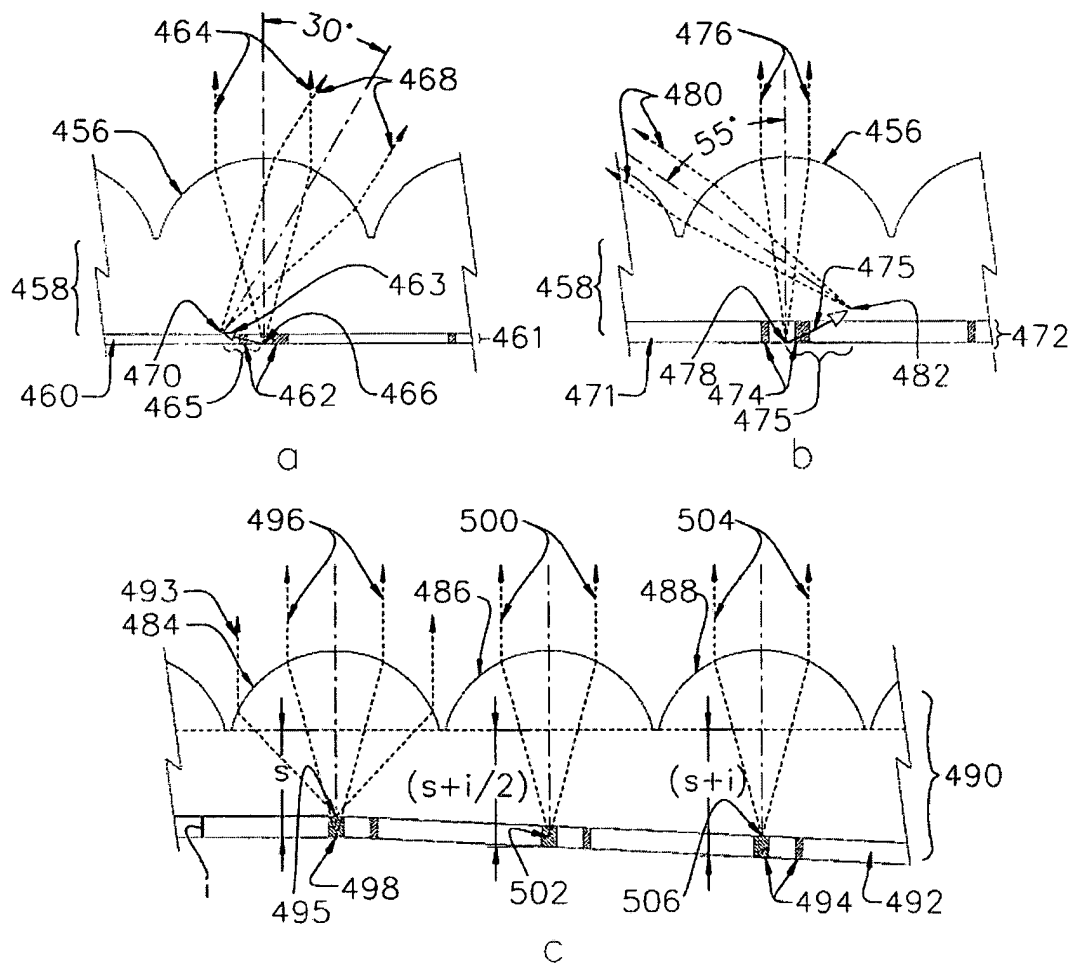
Figs. 17a--d



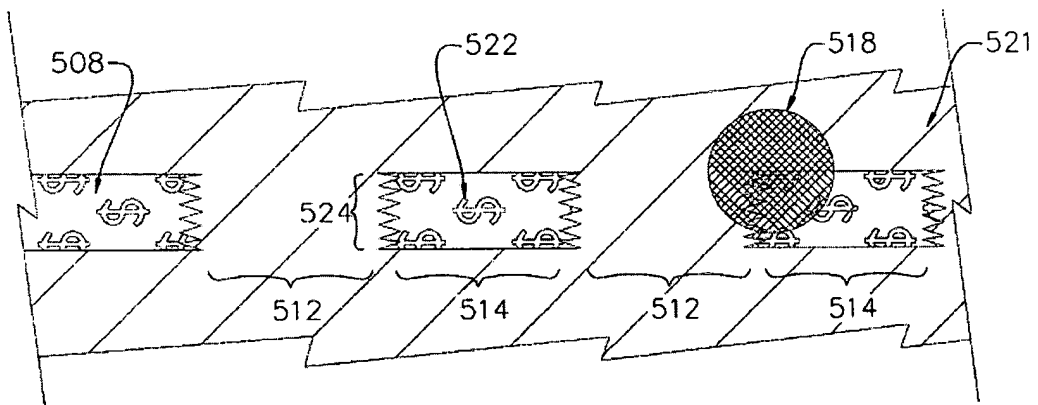
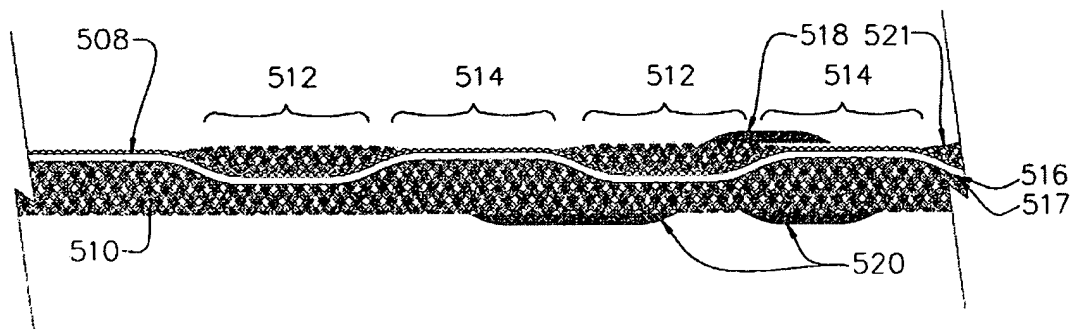
Figs. 18a-f



Figs. 19a-b



Figs. 20a-c



b

Figs. 21a,b

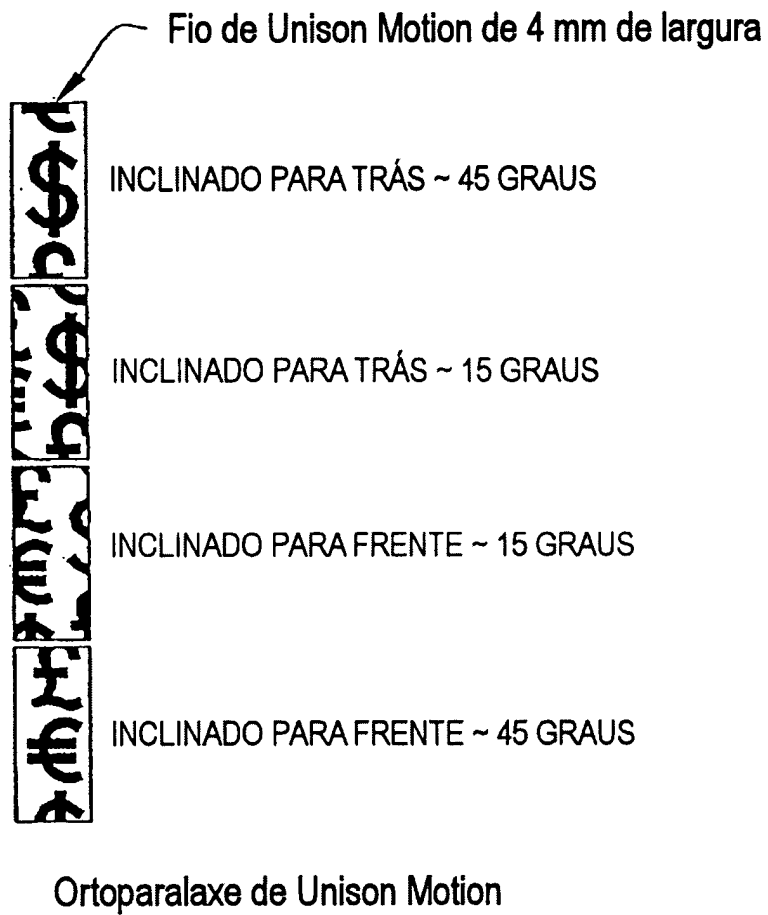


Fig. 22

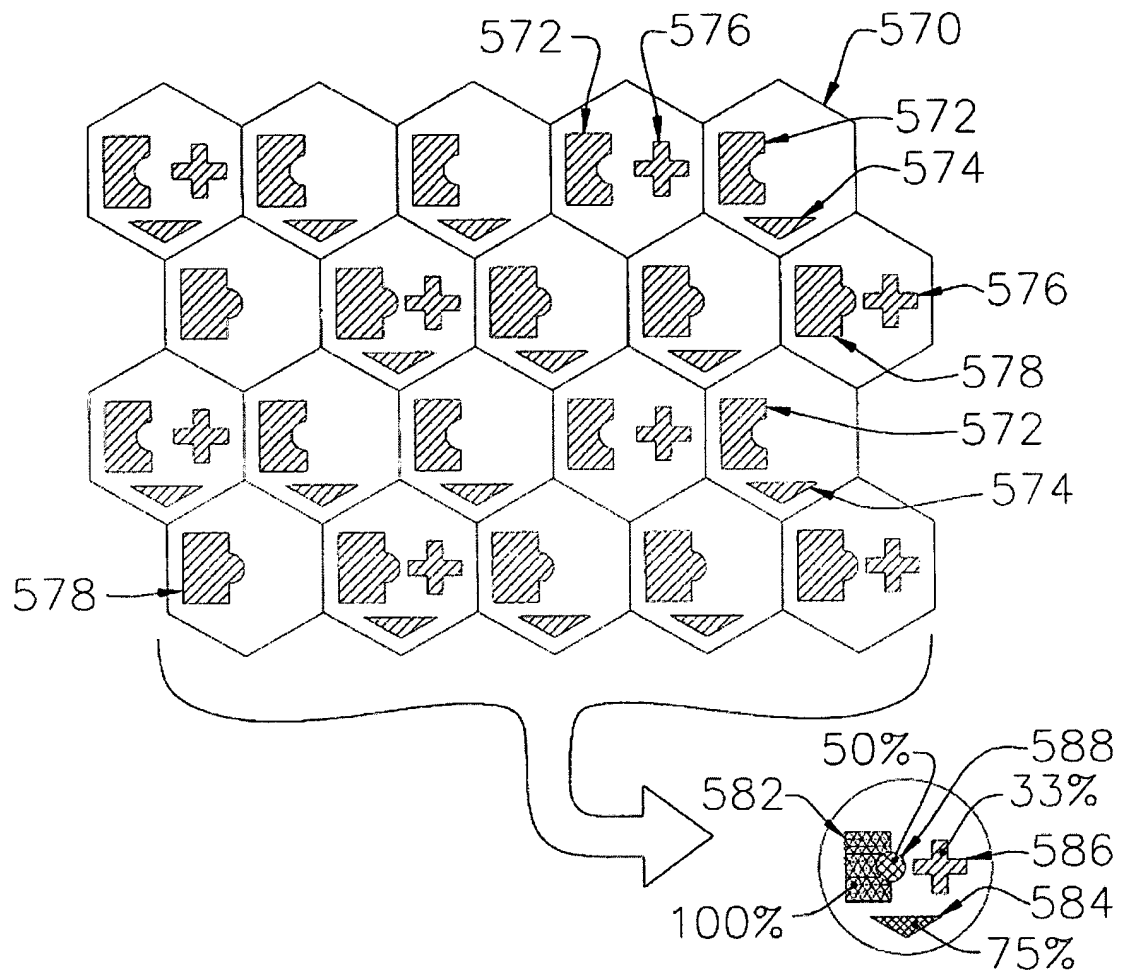


Fig. 23

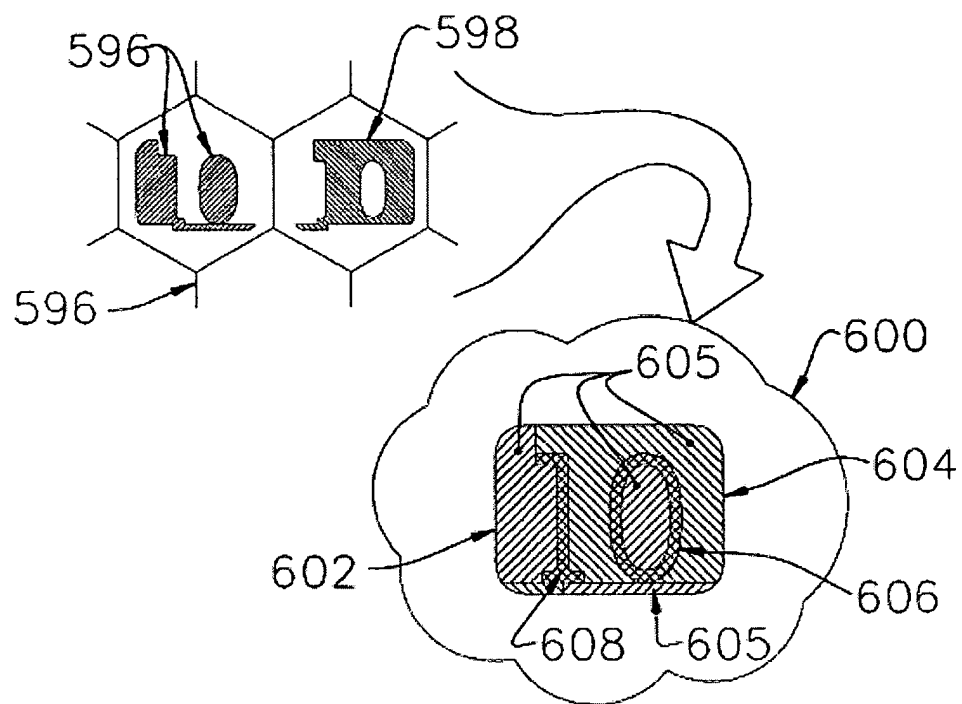


Fig. 24a

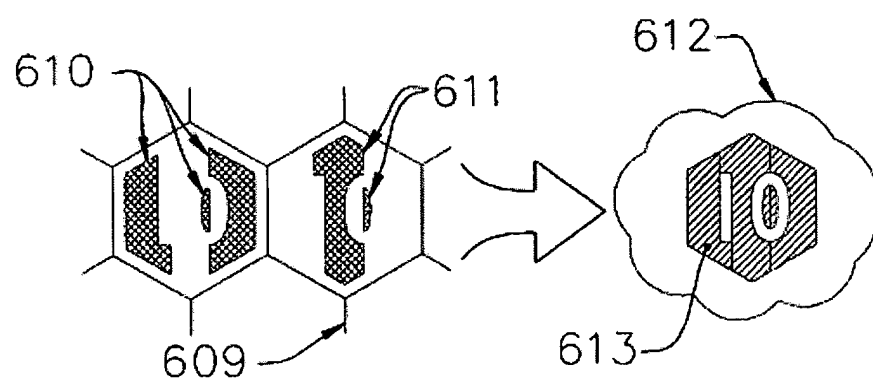


Fig. 24b

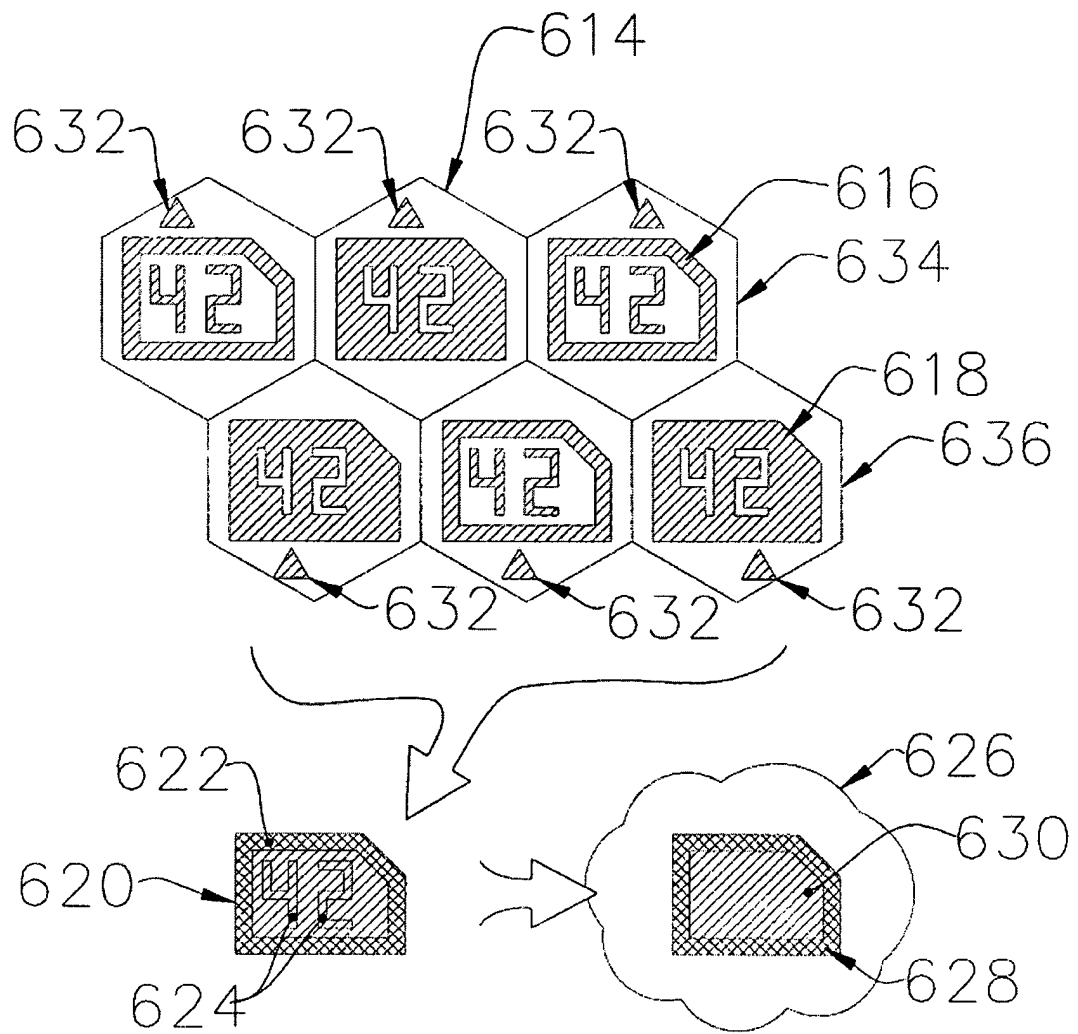


Fig. 25

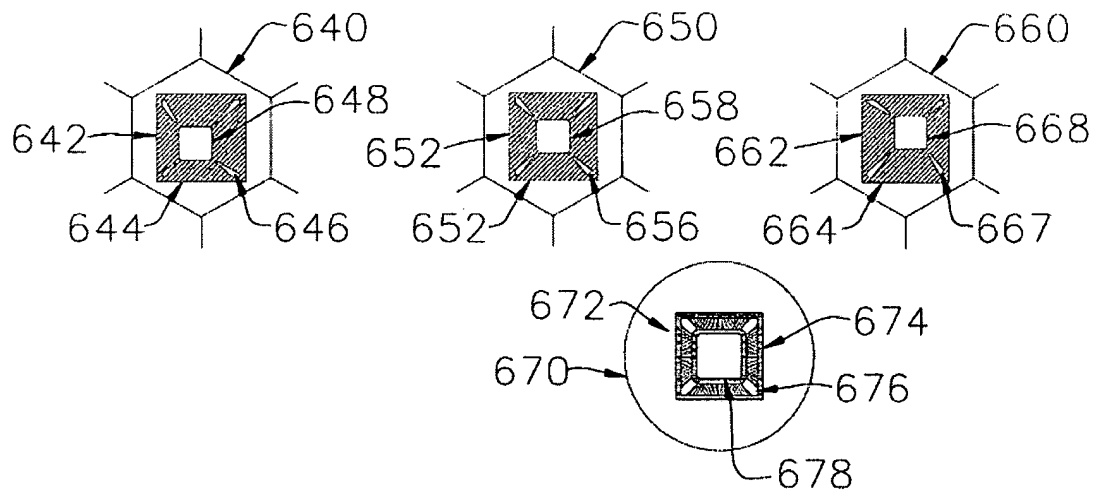


Fig. 26

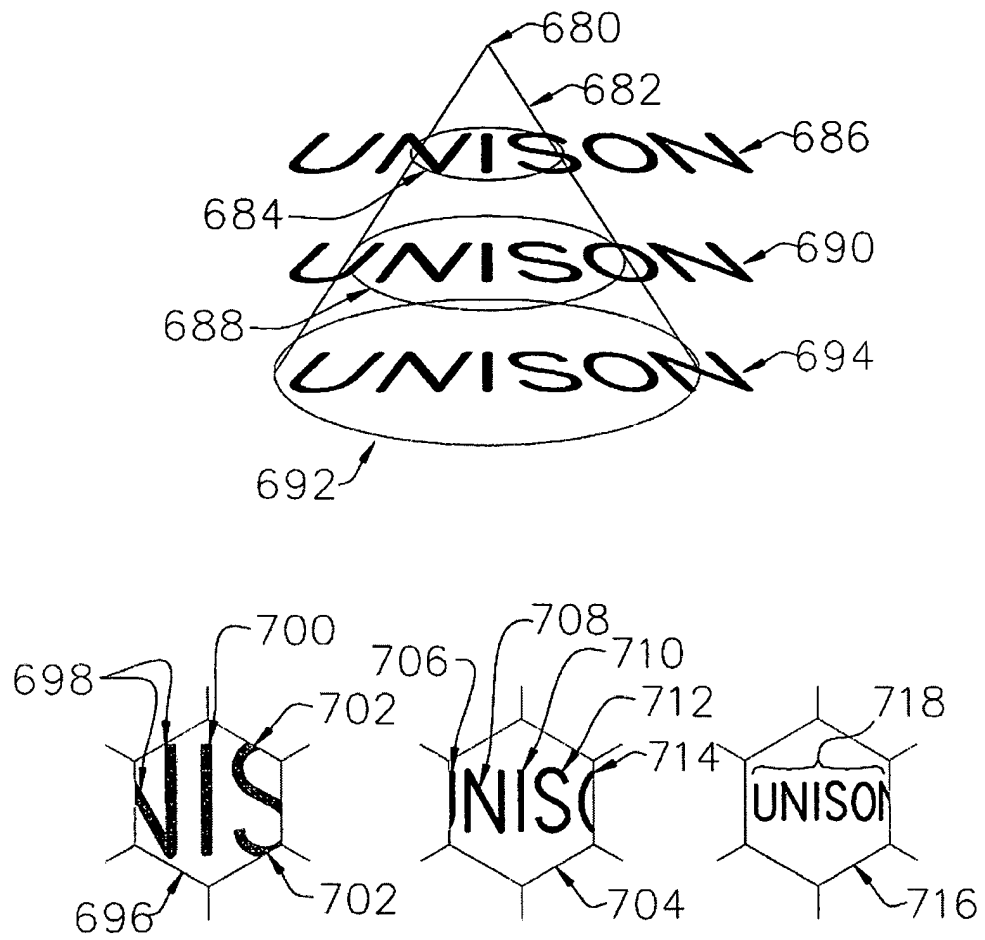


Fig. 27

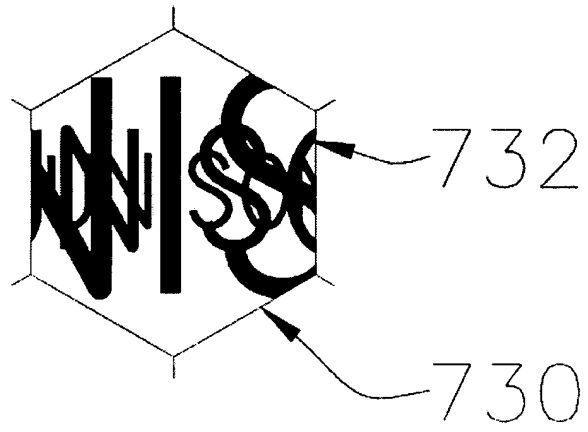


Fig. 28

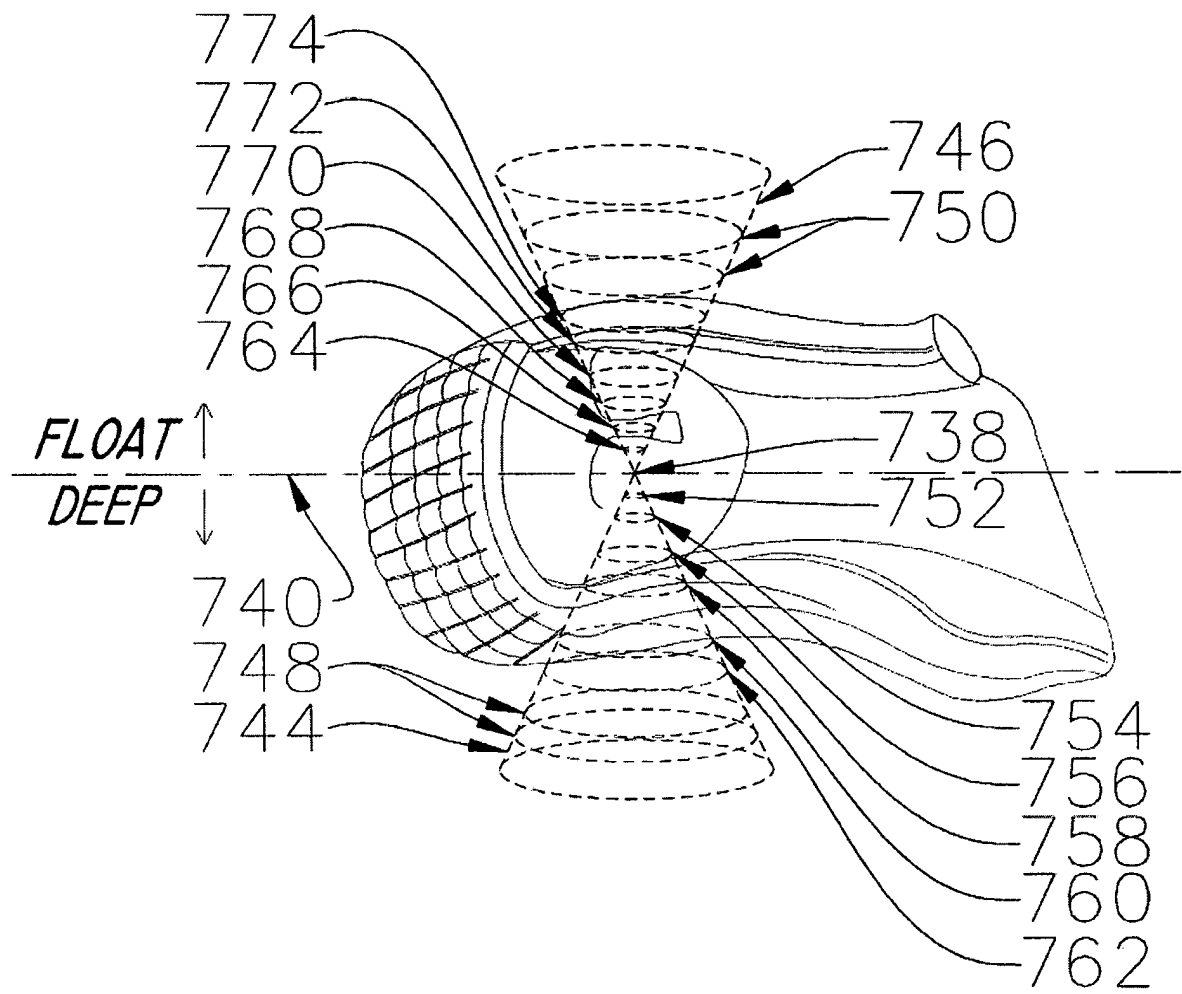


Fig. 29

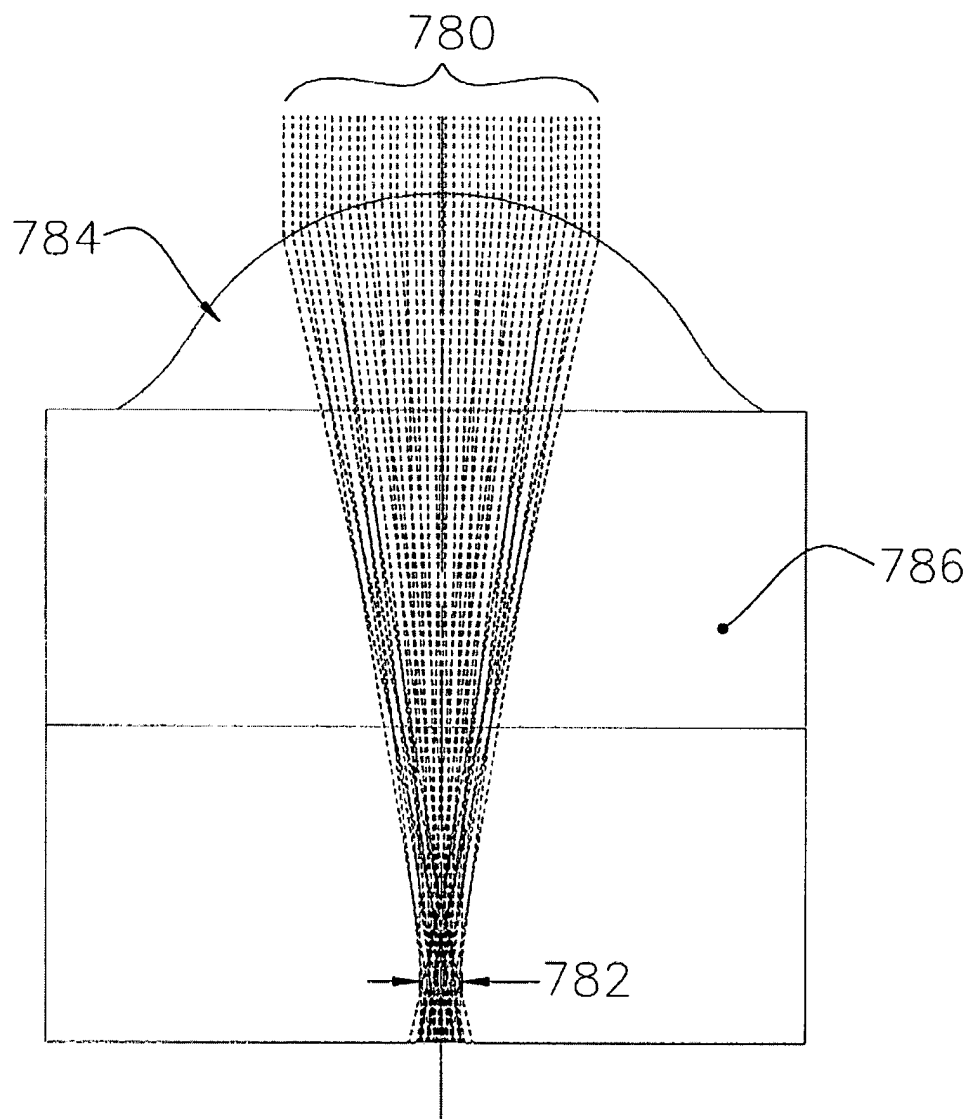


Fig. 30

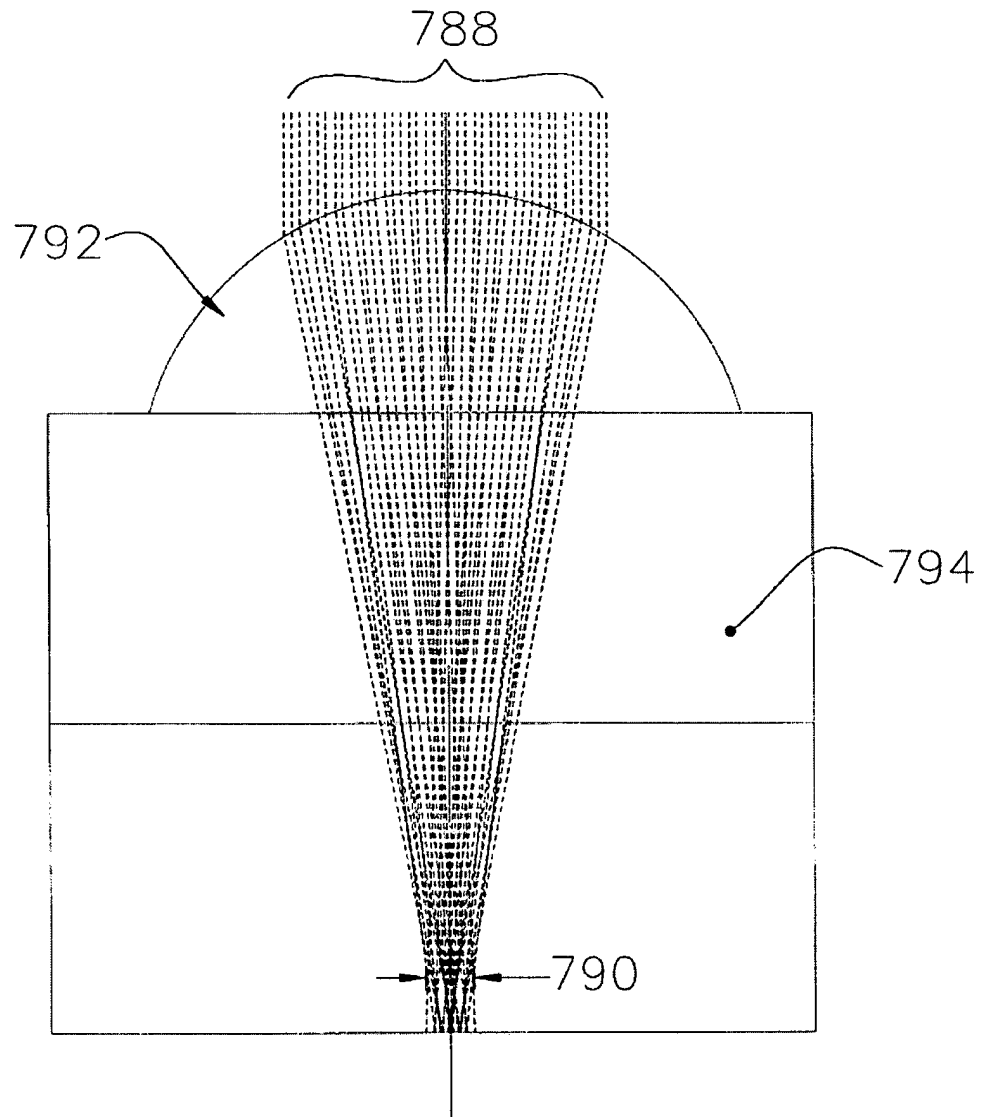


Fig. 31

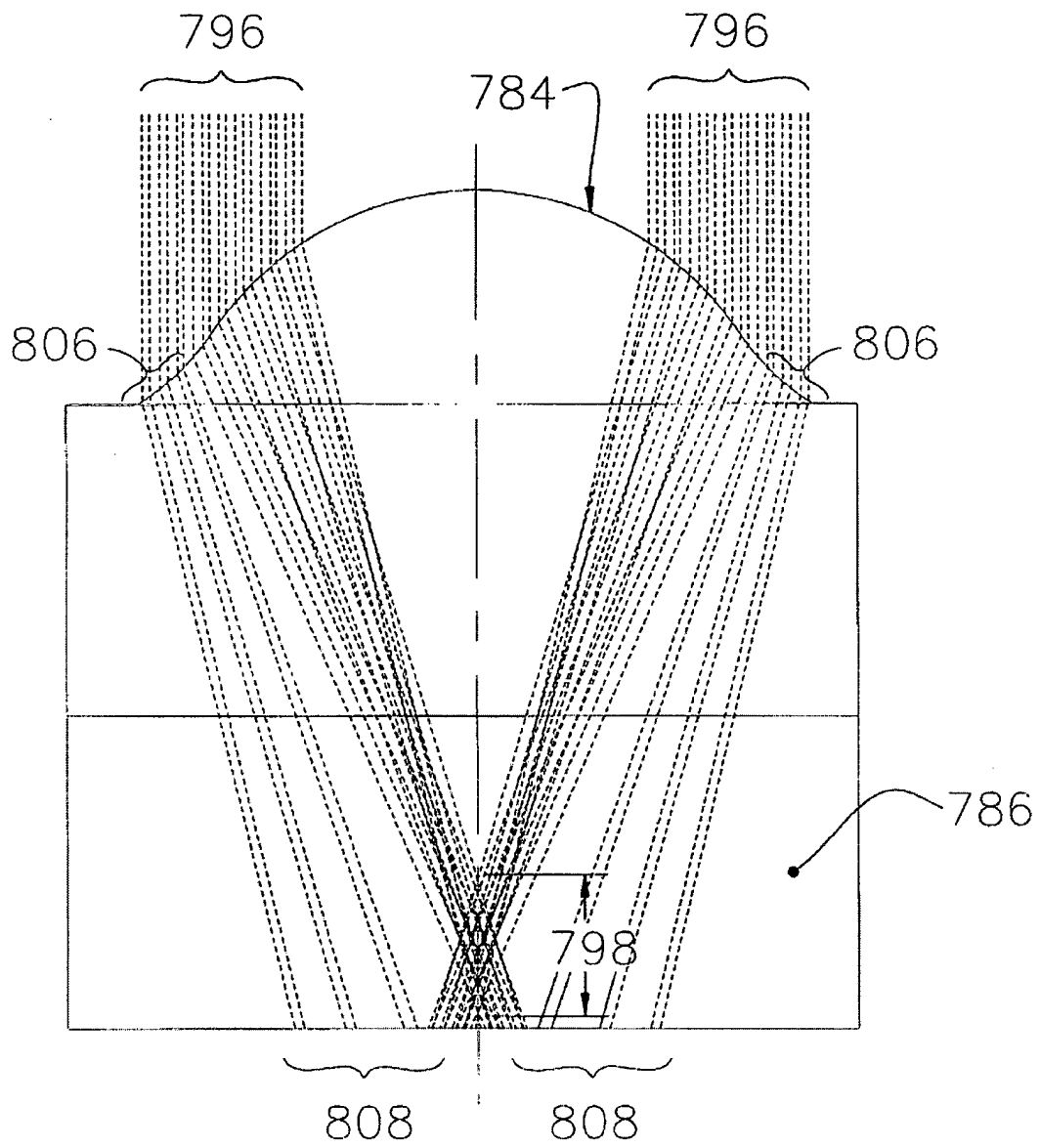


Fig. 32

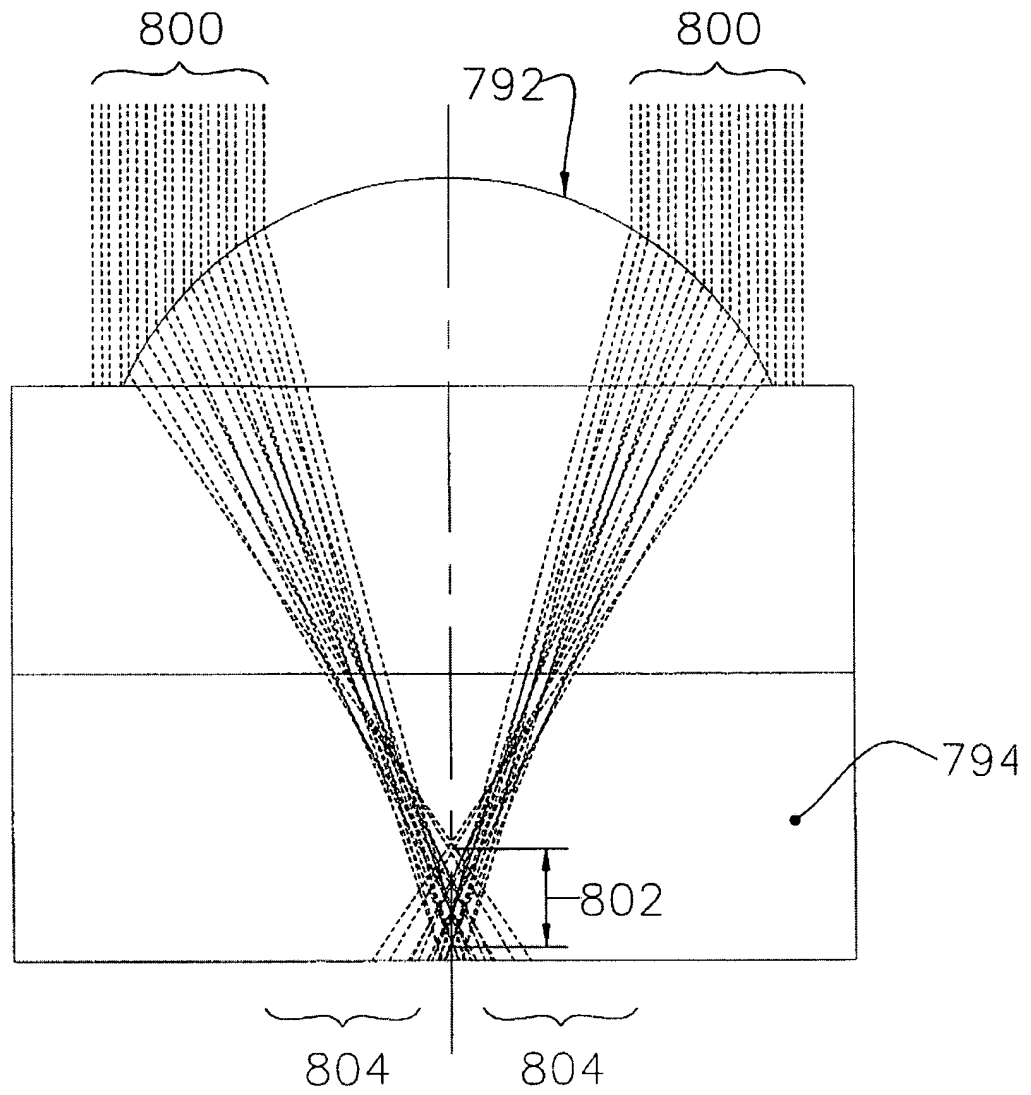


Fig. 33

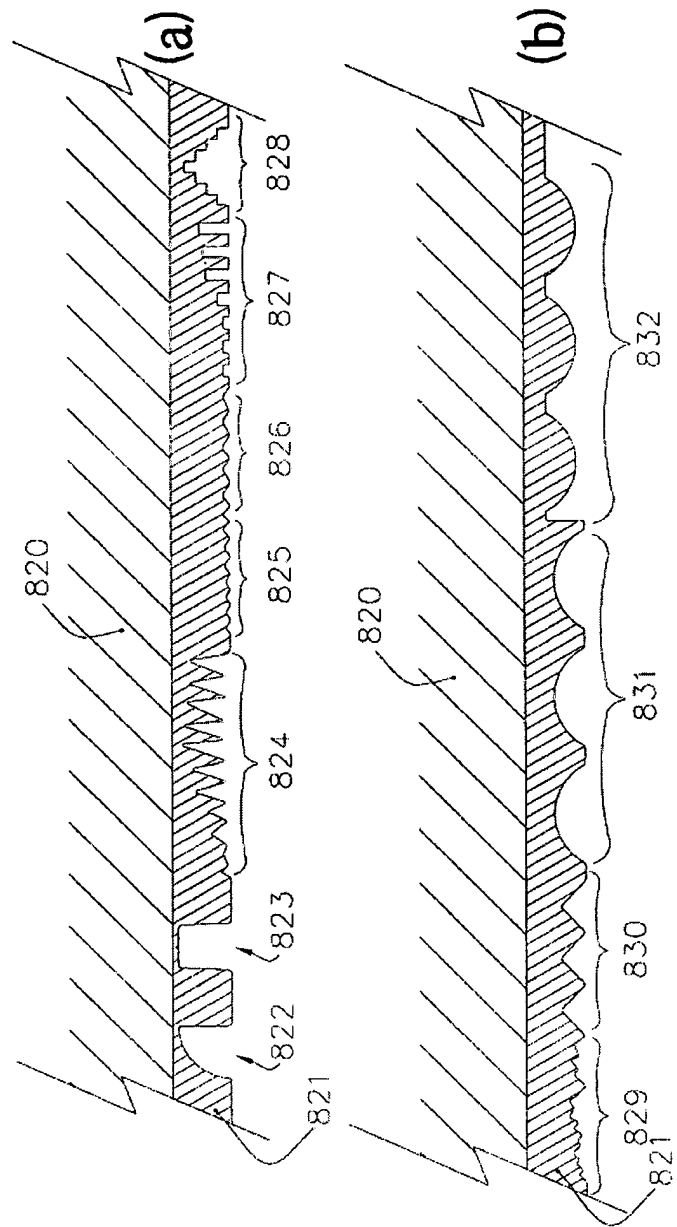


Fig. 34

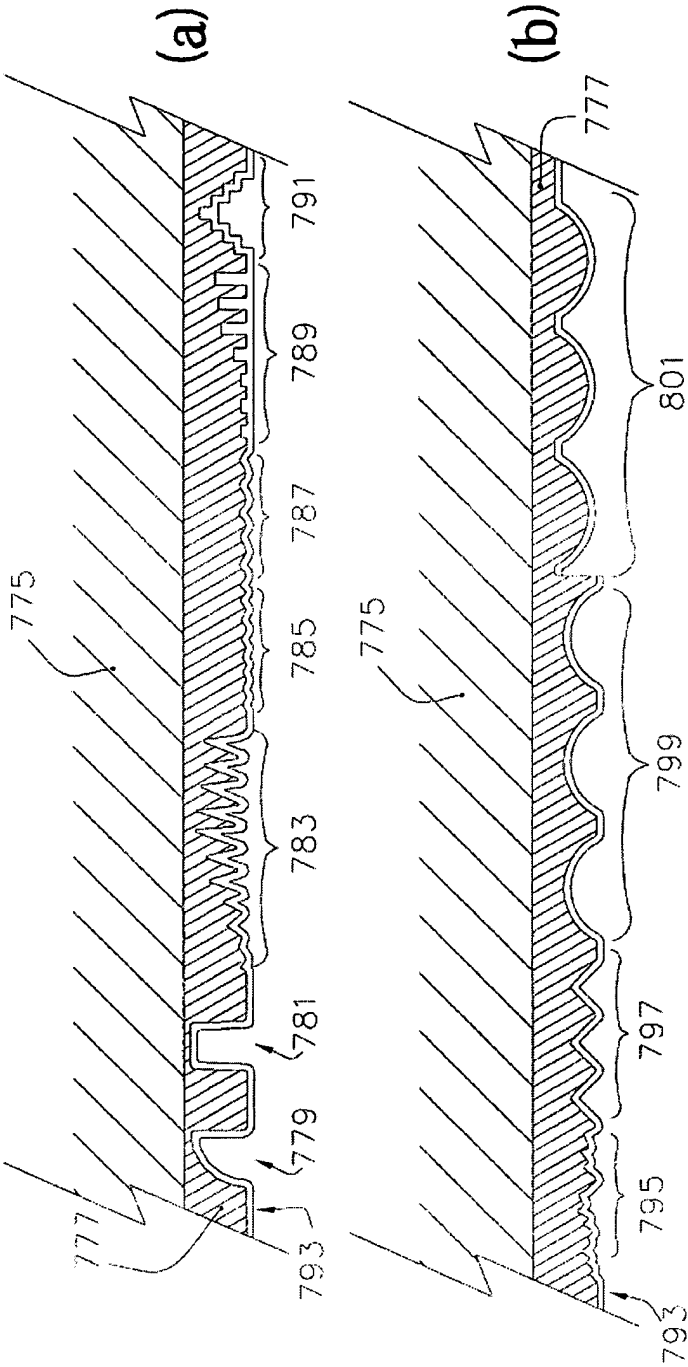


Fig. 35

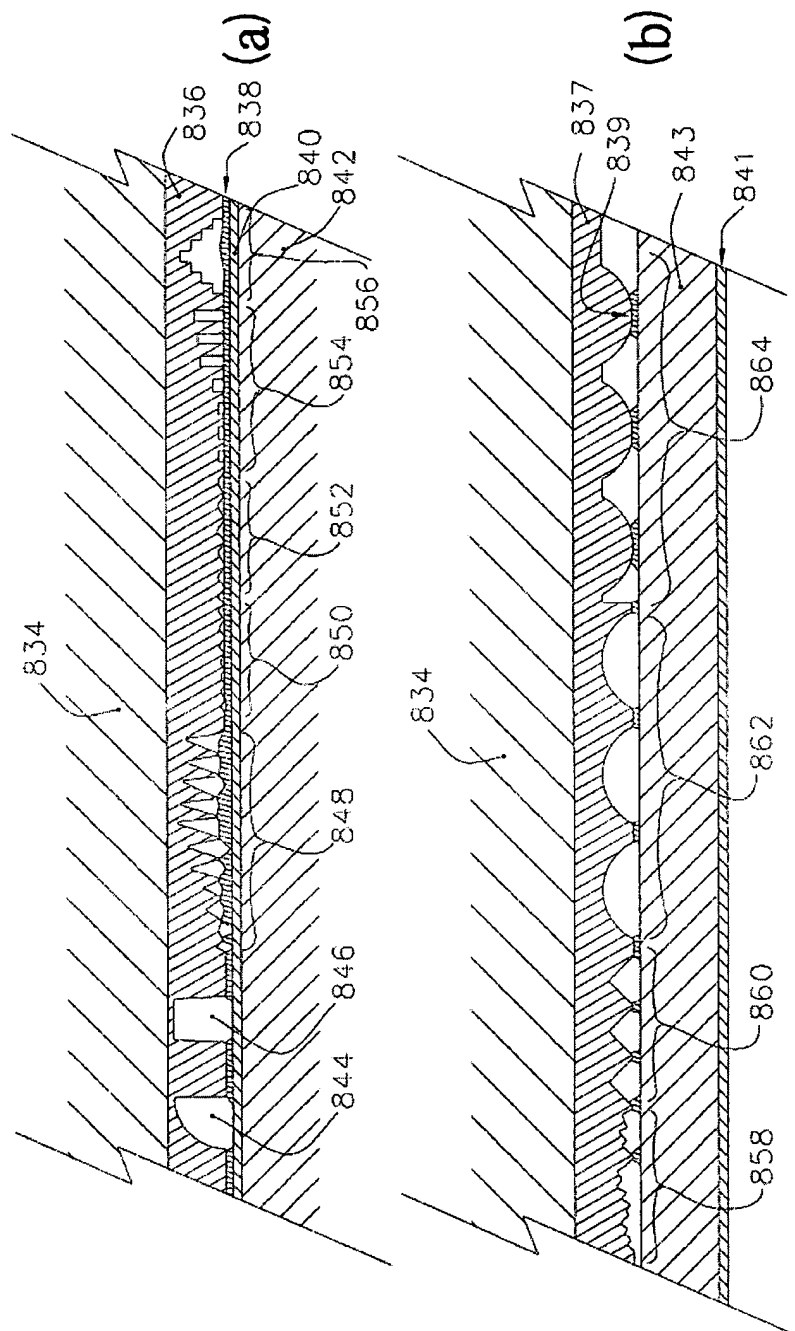


Fig. 36

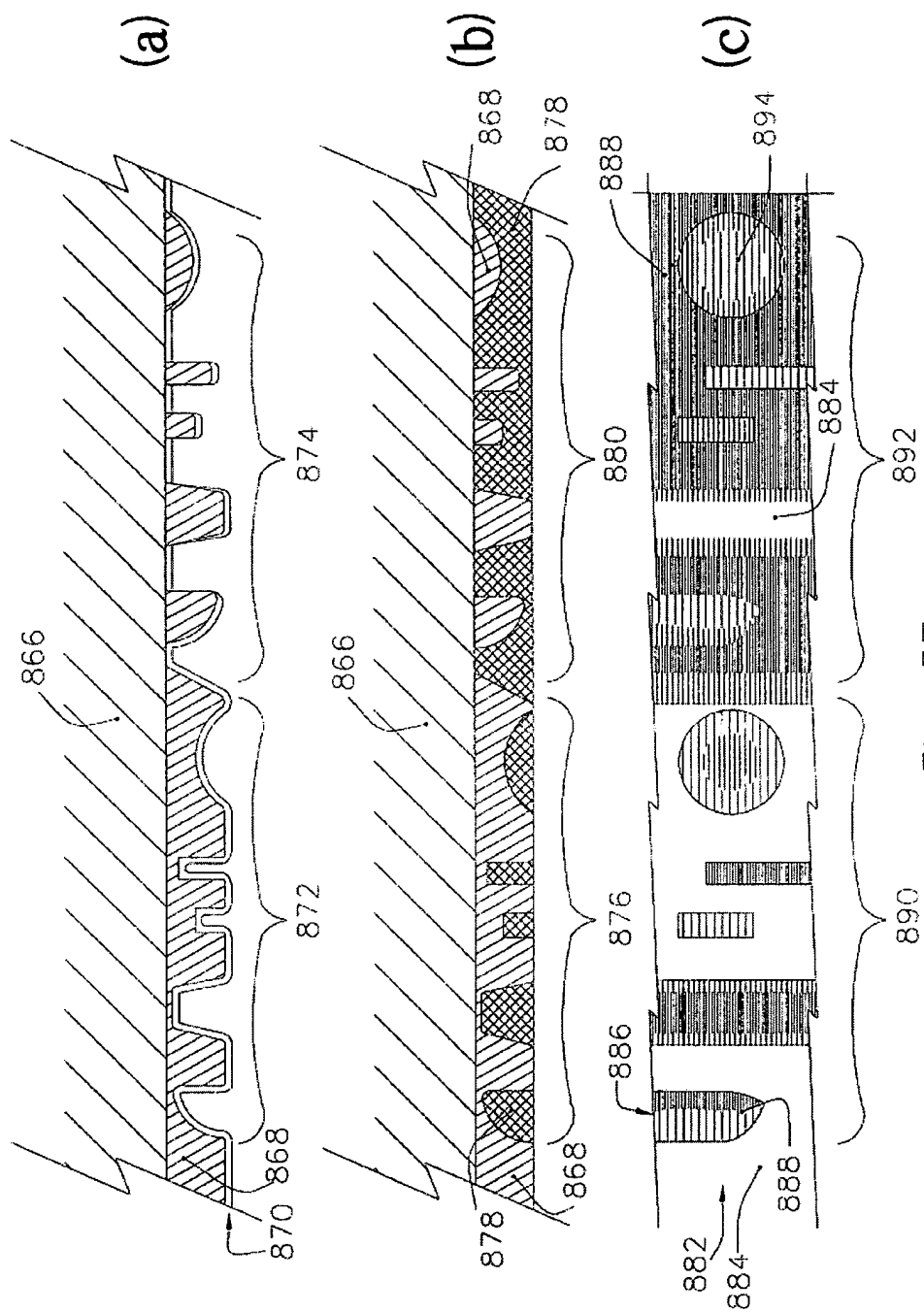


Fig. 37

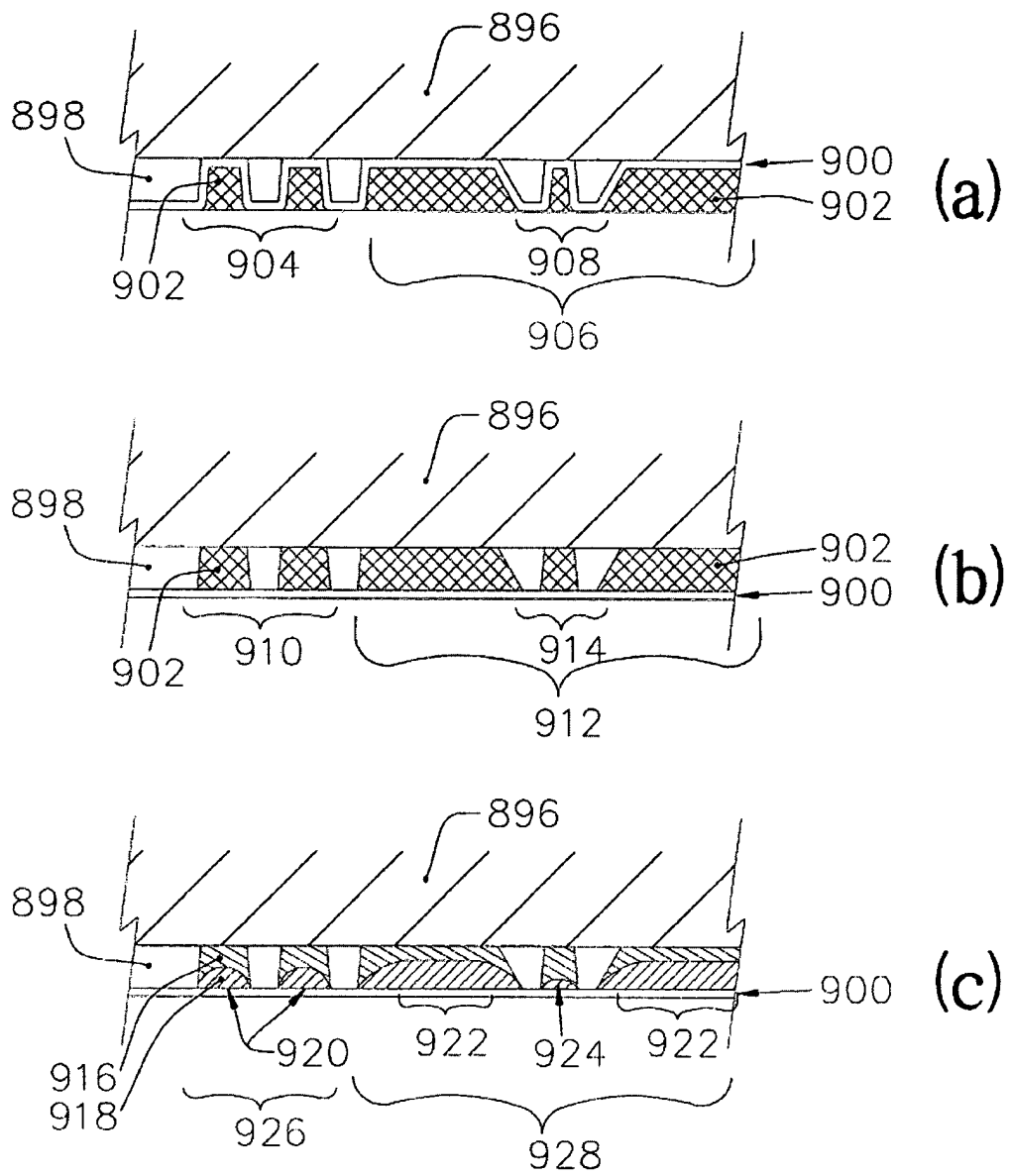


Fig. 38

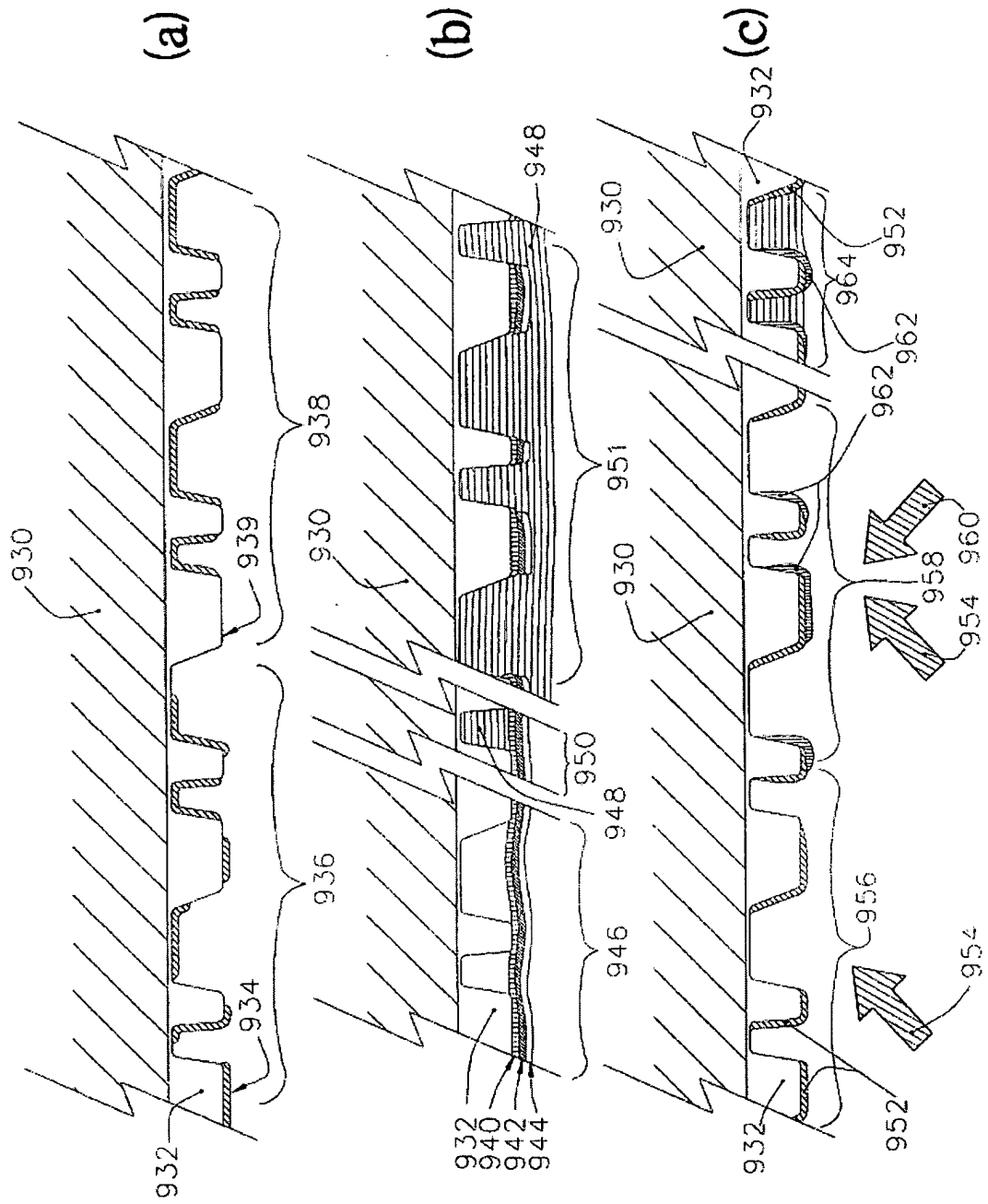


Fig. 39

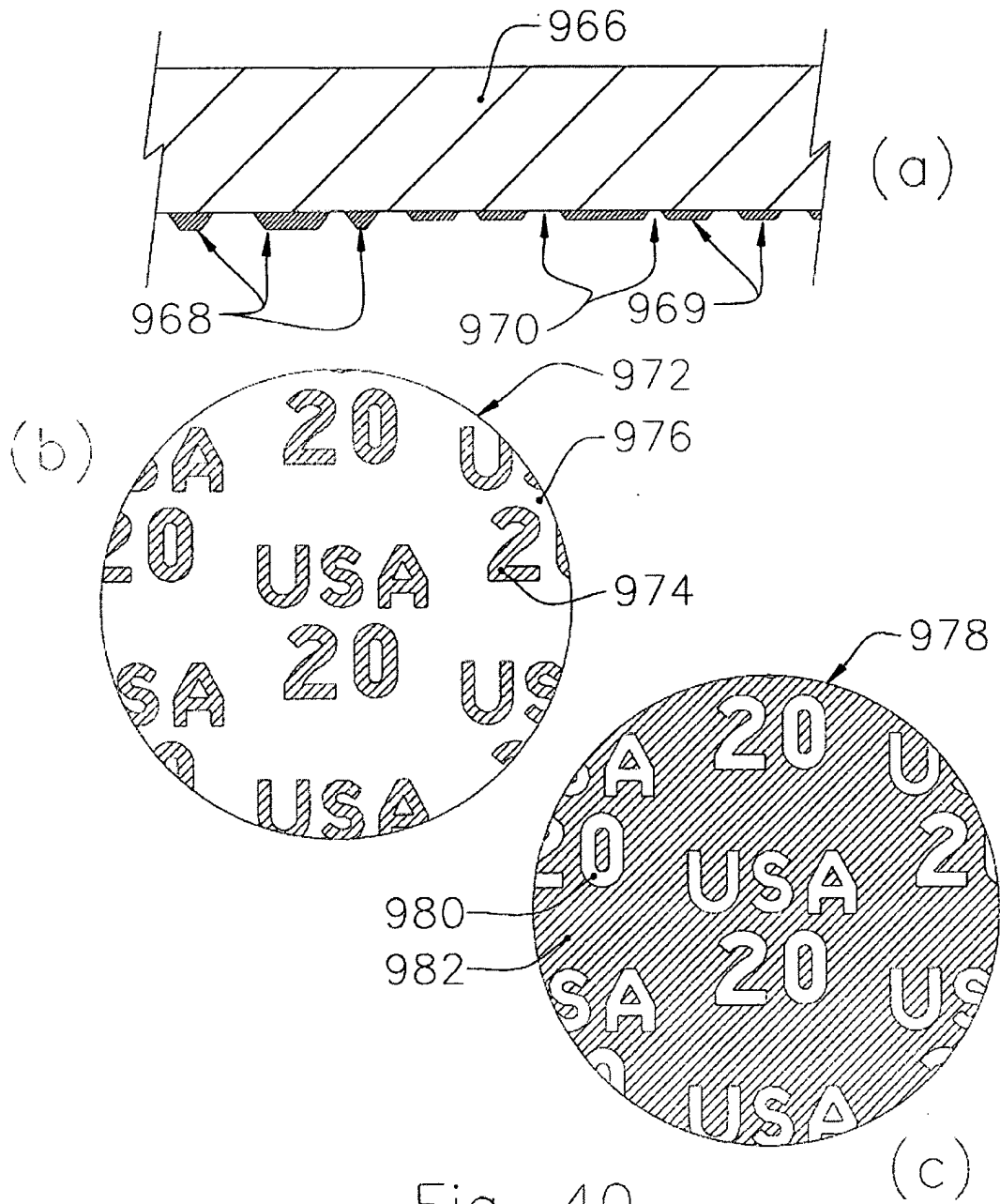


Fig. 40

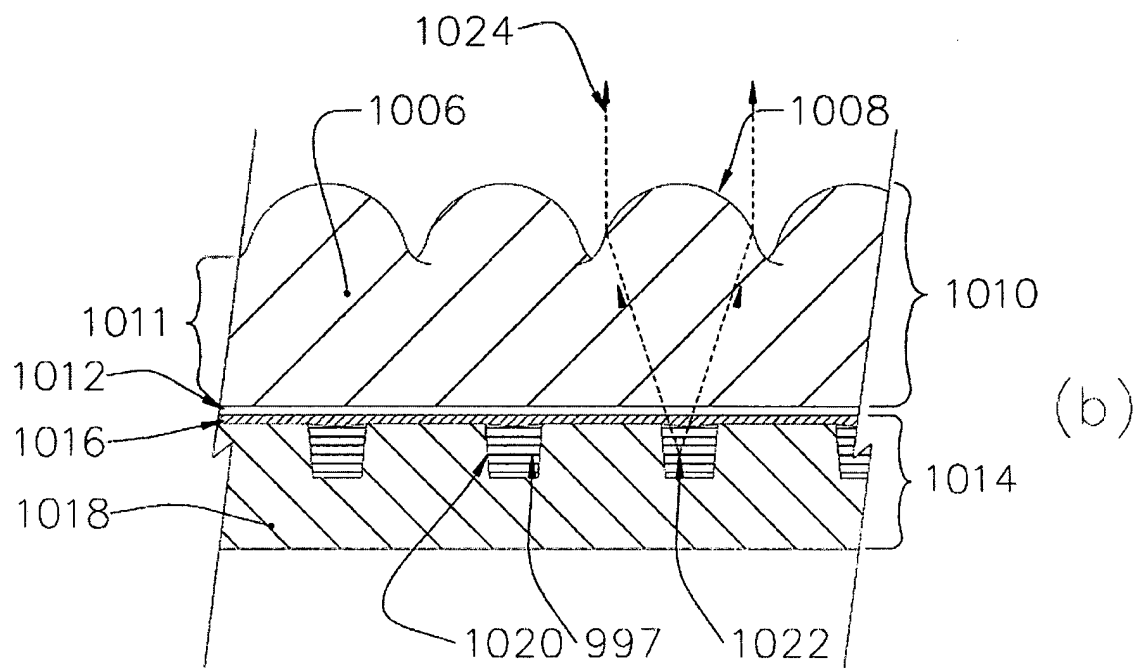
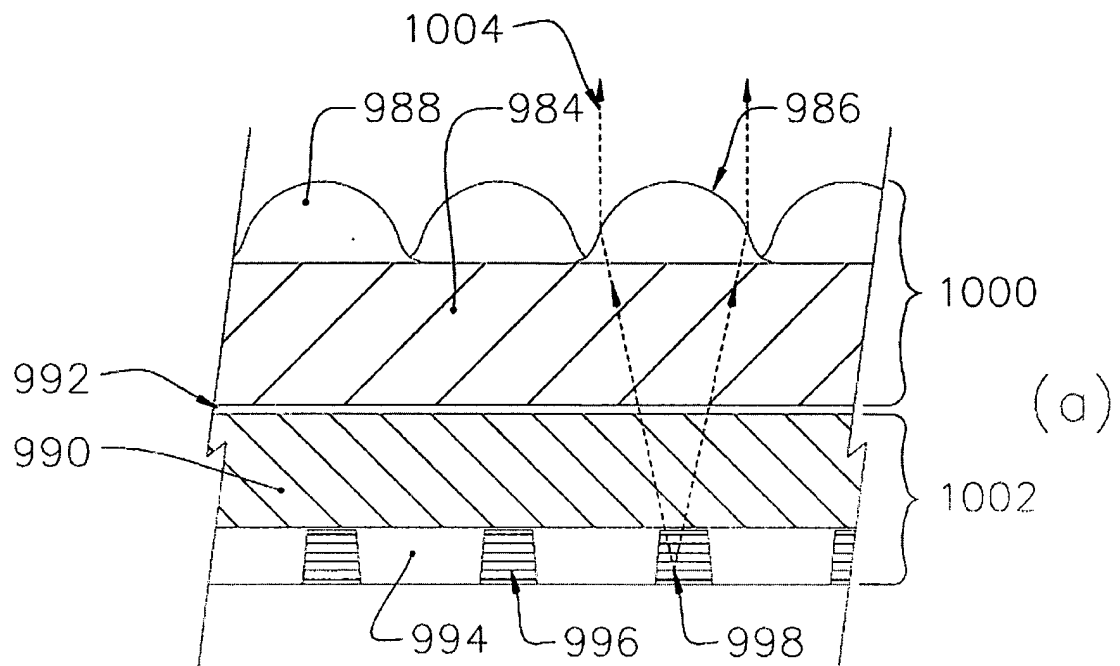


Fig. 41

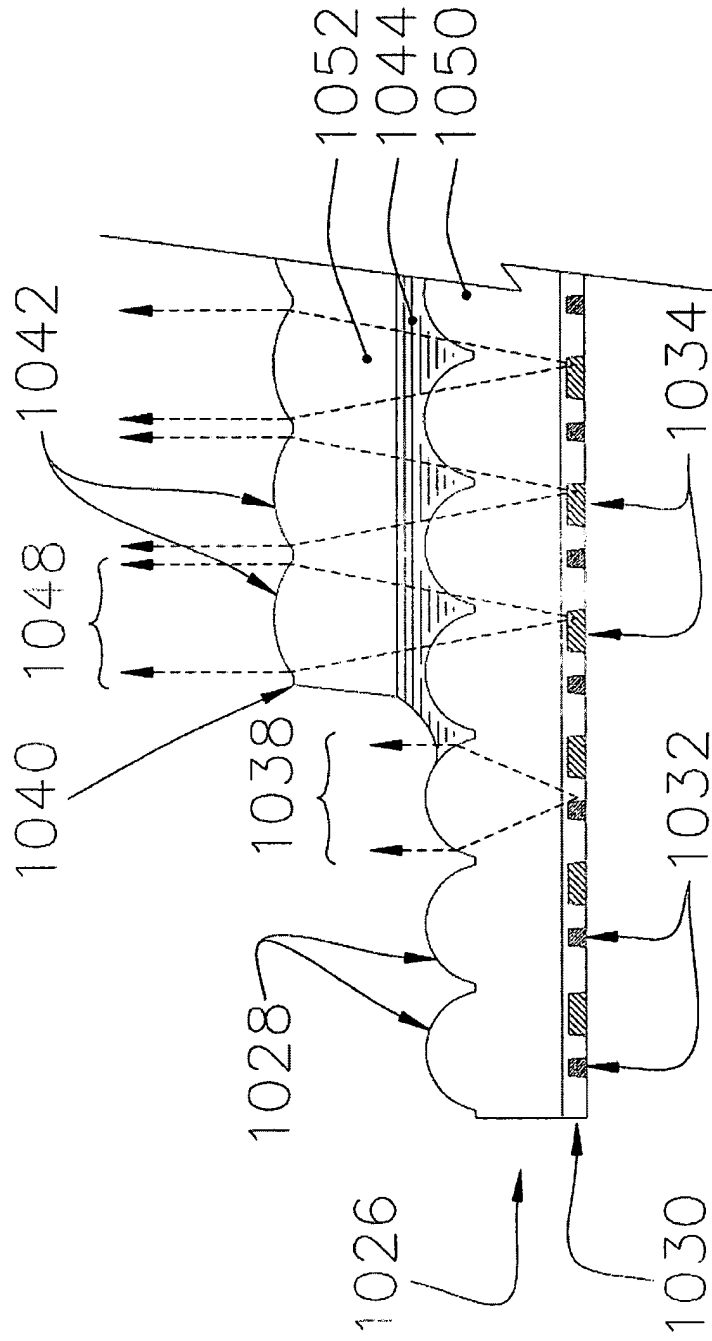


Fig. 42

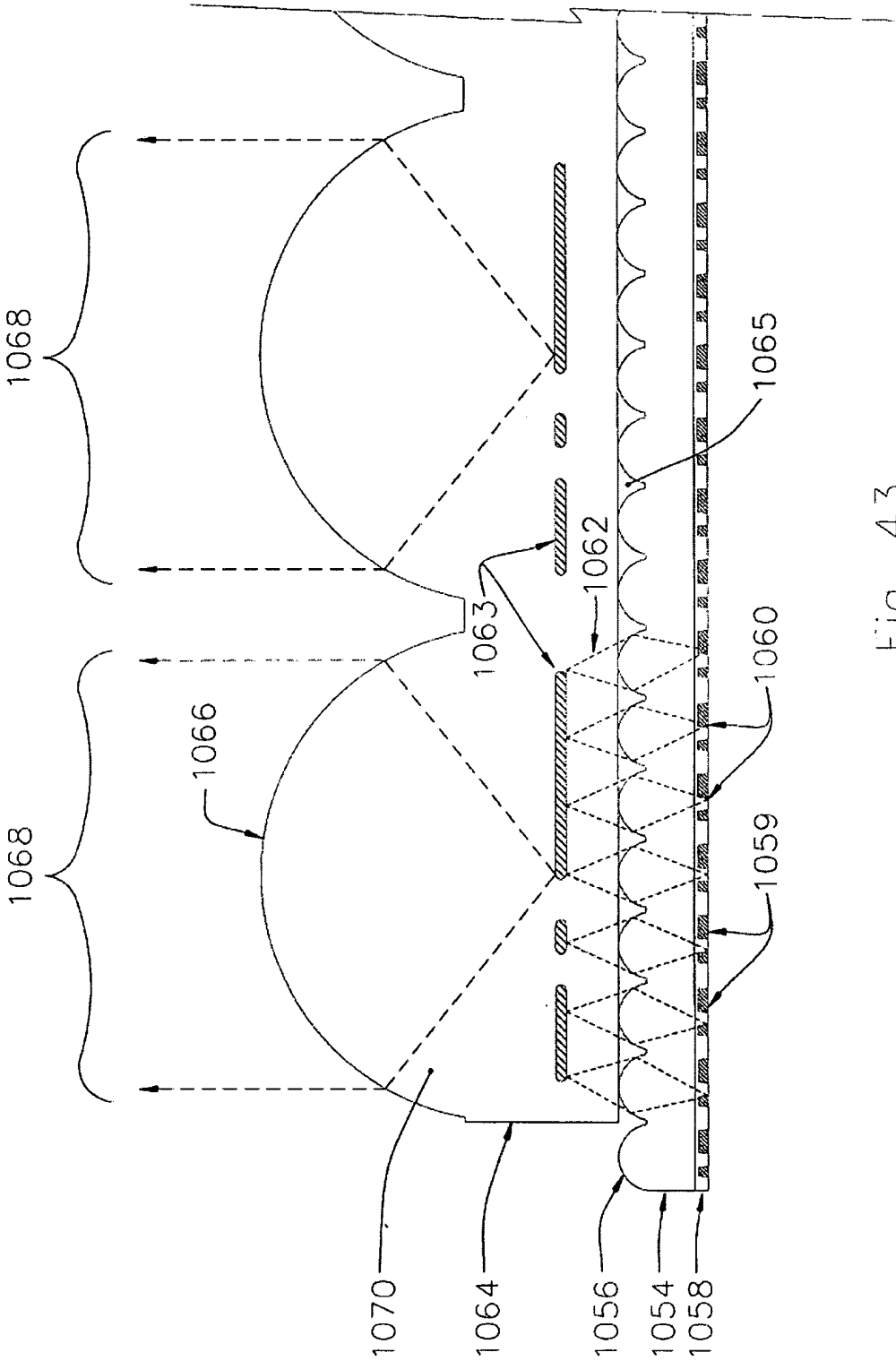


Fig. 43

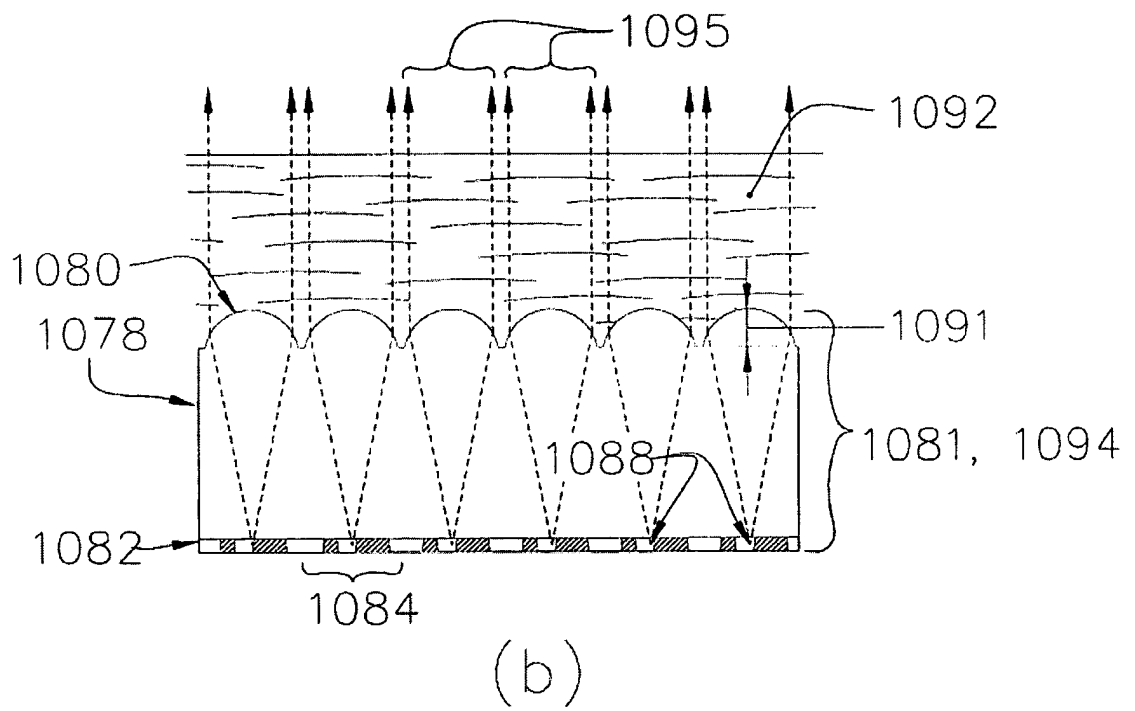
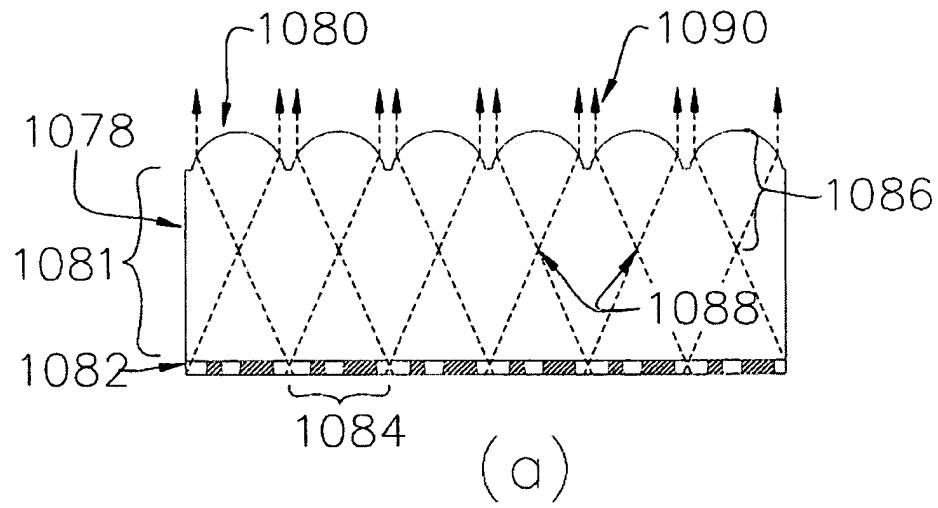


Fig. 44 (a,b)

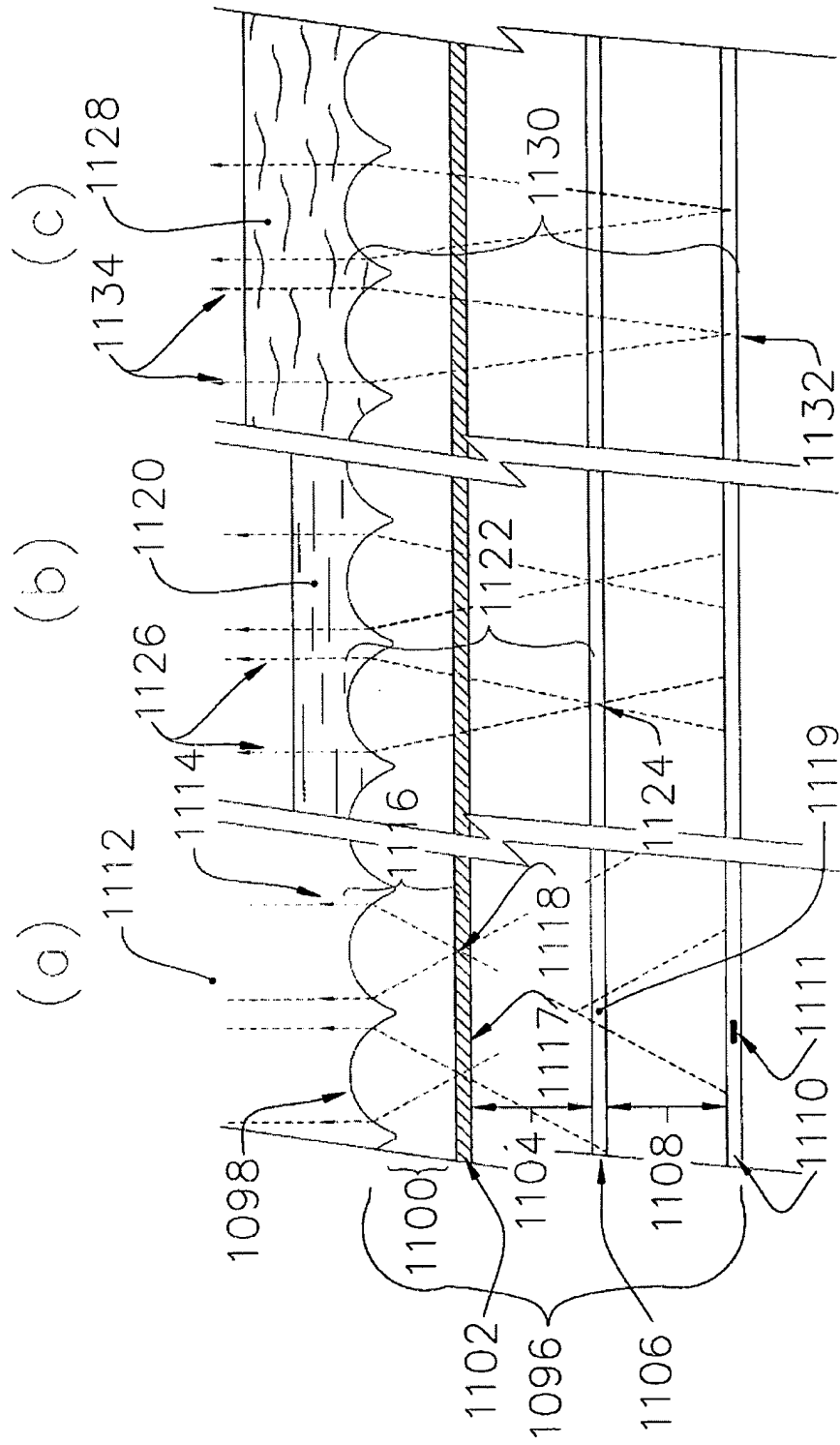


Fig. 45 (a,b,c)

ÍCONES E CONTRIBUIÇÕES
DE IMAGEM DAS IMAGENS A E B

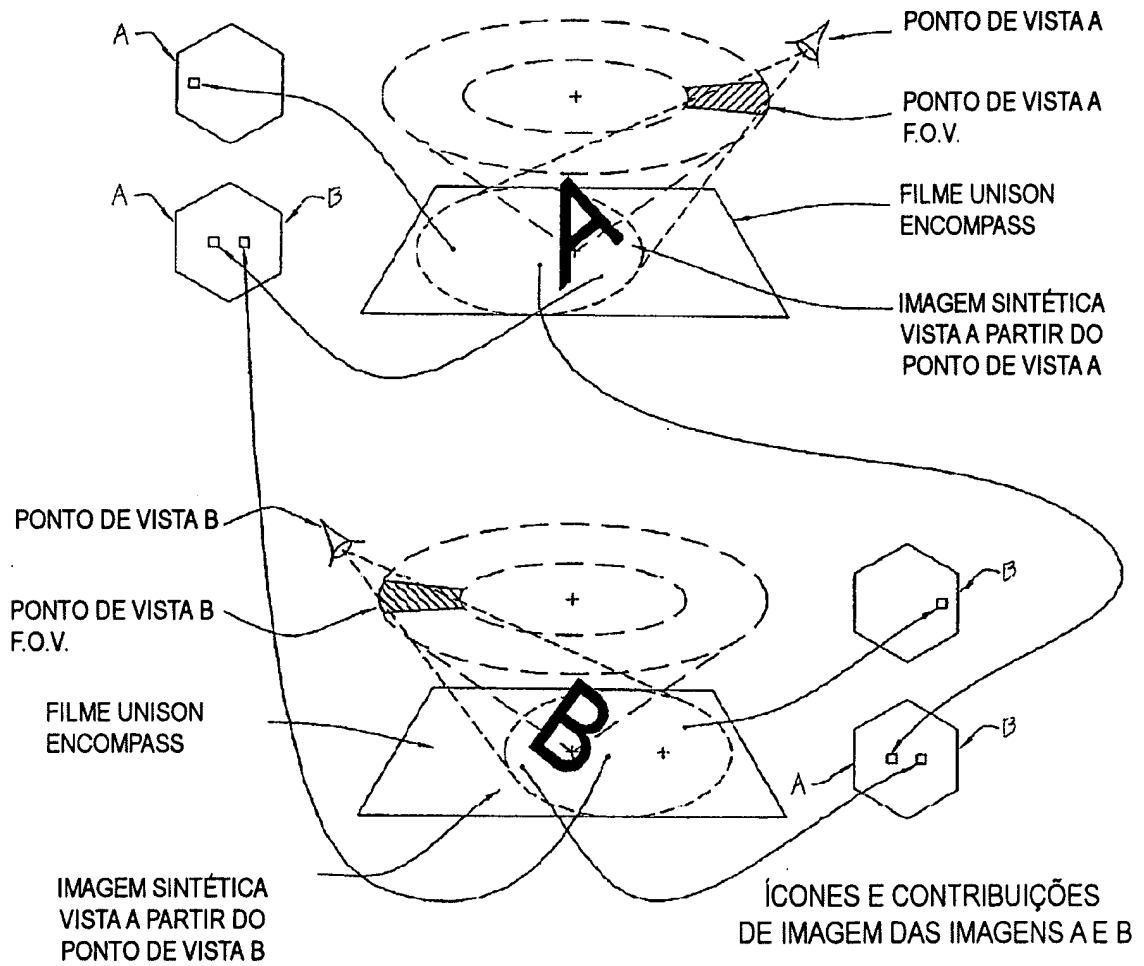


Fig. 46

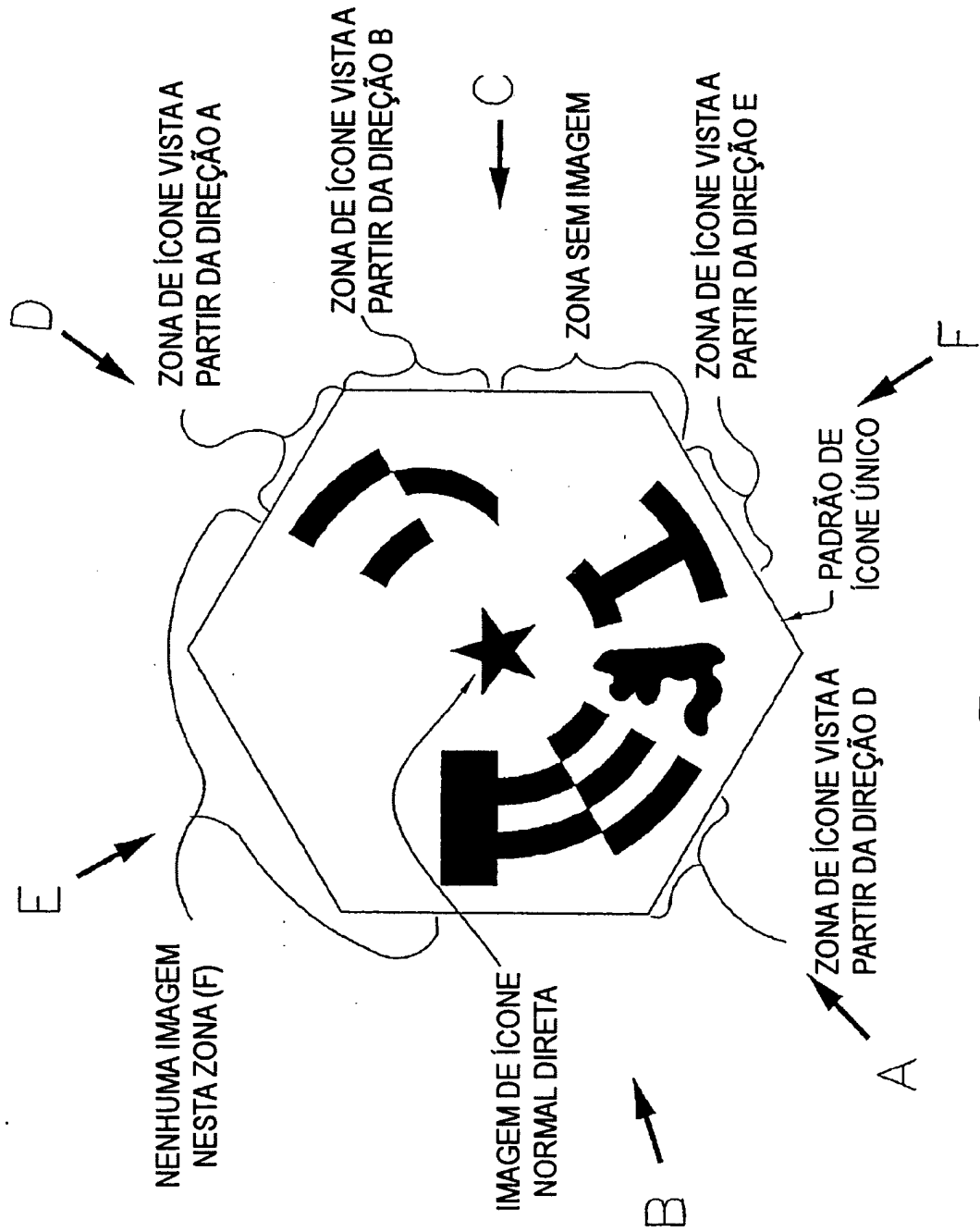


Fig. 47

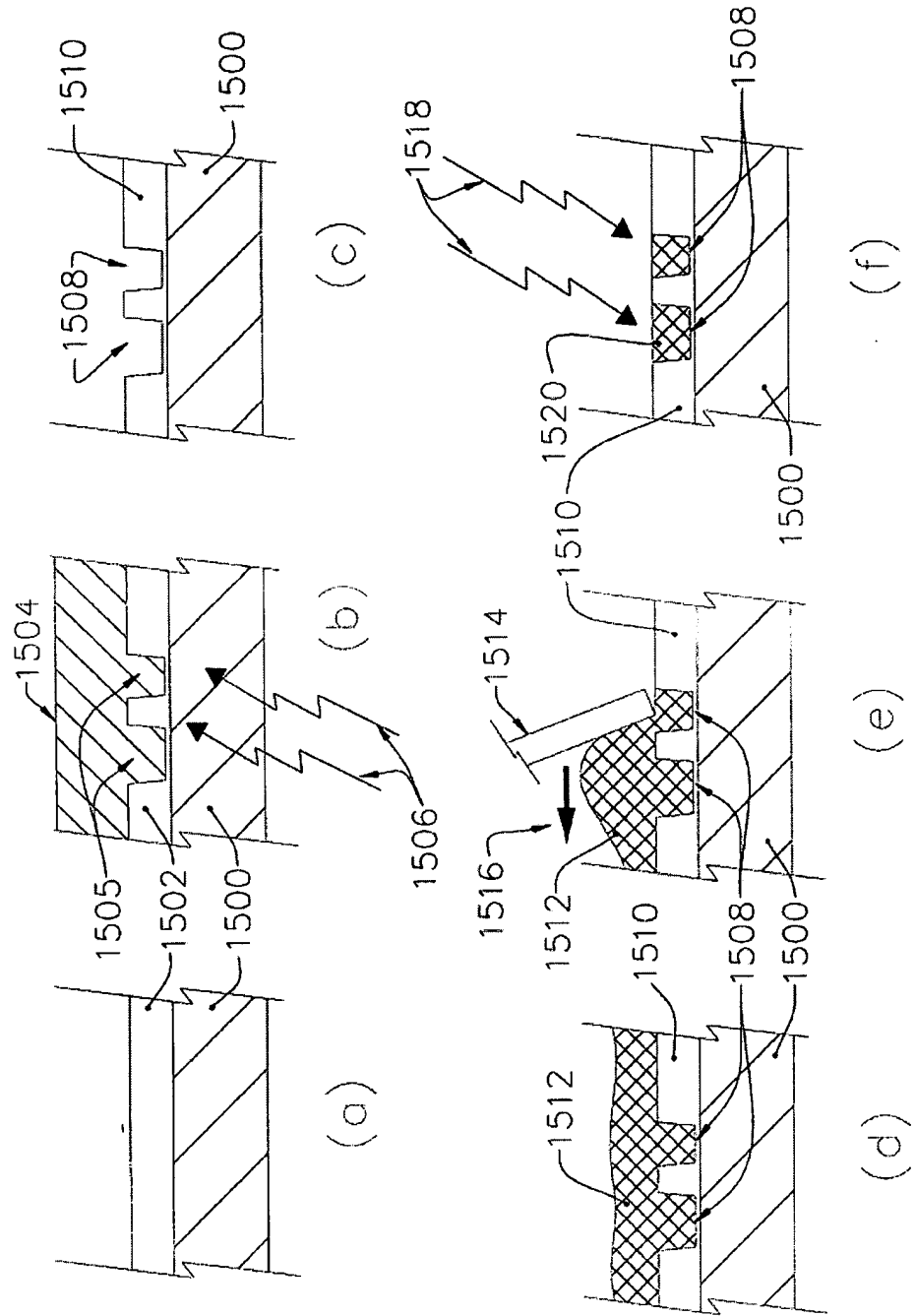


Fig. 48

SISTEMA DE IMAGEM ÓTICA SINTÉTICA E SISTEMA DE APRESENTAÇÃO
DE IMAGEM

É fornecido um sistema de apresentação de imagens que emprega elementos icônicos microestruturados para formar
5 uma imagem. Em uma forma, é fornecido um sistema de imagens ópticas sintéticas que inclui um arranjo de elementos de focalização, e um sistema de imagens que inclui ou é formado por um arranjo ou padrão de elementos icônicos microestruturados, tais como aqueles descritos abaixo, em
10 que os elementos icônicos microestruturados são projetados para formar coletivamente uma imagem ou certas informações desejadas, e em que o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagens cooperam, por exemplo, através de acoplamento óptico, para formar uma imagem óptica
15 sintética, a qual pode opcionalmente ser ampliada. Em outra forma, é fornecido um sistema de apresentação de imagens que inclui ou é formado por um arranjo ou padrão de elementos icônicos microestruturados, tais como aqueles descritos abaixo, em que os elementos icônicos
20 microestruturados são projetados para formar coletivamente uma imagem ou certas informações desejadas, e em que o sistema de imagens é projetado para ser autônomo e a imagem é visualizada, ou as informações são lidas, através do uso de um dispositivo de ampliação como, por exemplo, uma lente
25 de aumento ou um microscópio, que é fornecido separadamente do sistema de imagens.



REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de imagem óptica sintética, caracterizado por compreender um arranjo de elementos de focalização e um sistema de imagens que inclui um arranjo de elementos
5 icônicos microestruturados projetados para formar coletivamente uma imagem, em que o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagens cooperam para formar uma imagem óptica sintética.

2. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a
10 reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos icônicos microestruturados é incorporado em uma camada icônica ou em uma camada de revestimento formada em um substrato.

3. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a
15 reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os elementos icônicos microestruturados são formados como recessos ou como áreas elevadas, ou ambos.

4. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os
20 elementos icônicos microestruturados são selecionados de um ou mais de padrões vazios assimétricos, padrões vazios simétricos, padrões de captura de luz, padrões elevados assimétricos, padrões elevados simétricos, padrões de alívio da superfície holográfica, padrões de alívio
25 difrativos generalizados, padrões binários estruturados, padrões binários ópticos, padrões escalonados de alívio, padrões aleatórios grosseiros e pseudo-aleatórios grosseiros, padrões de superfície nominalmente plana, padrões côncavos ou convexos e combinações desses.

30 5. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a

reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema óptico sintético é um ou mais de um sistema micro-óptico, um sistema micro-óptico de projeção de ampliação de imagem sintética, um sistema de ampliação moire ou um sistema de
5 imagens micro-cilíndrico lenticular.

6. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a camada icônica é autônoma.

7. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a
10 reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a camada icônica é fornecida em um substrato.

8. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o substrato é oticamente acoplado ao arranjo de arranjo de elementos de
15 focalização.

9. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos icônicos microestruturados inclui áreas que possuem microestruturas e áreas que são não estruturadas, e
20 em que os elementos icônicos microestruturados são projetados para exibir contraste óptico entre as microestruturas e as áreas do arranjo icônico que não são estruturadas quando o arranjo icônico é imerso ou entra em contato com vácuo, um gás, um líquido ou um sólido.

25 10. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o contraste óptico surge da refração, reflexão interna, reflexão de superfície, dispersão, polarização, rotação óptica, difração, interferência óptica, ou combinações
30 dessas.

11. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos elementos icônicos possui um revestimento.

5 12. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento é conformal, não conformal ou direcional.

10 13. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento é contínuo, descontínuo ou, estampado ou combinações desses.

14. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento é um material metálico.

15 15. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento metálico tem porções selecionadas que foram removidas.

20 16. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento é estampado e o revestimento estampado fornece uma imagem icônica independente dos elementos icônicos microestruturados, de tal forma que o revestimento estampado cria uma primeira imagem sintética, enquanto os
25 elementos icônicos microestruturados criam uma segunda imagem sintética.

17. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento é estampado e uma porção do revestimento
30 estampado forma uma imagem positiva ou uma imagem negativa.

18. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que uma porção dos elementos icônicos microestruturados forma uma imagem positiva ou uma imagem negativa.

5 19. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que uma porção do revestimento estampado forma uma imagem de cor invertida.

10 20. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que uma porção dos elementos icônicos microestruturados forma uma imagem de cor invertida.

15 21. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que uma porção do revestimento estampado forma uma imagem que é opaca contra um fundo transparente ou uma imagem que é transparente contra um fundo opaco.

20 22. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que uma porção dos elementos icônicos microestruturados forma uma imagem que é opaca contra um fundo transparente ou uma imagem que é transparente contra um fundo opaco.

25 23. Sistema de imagem óptica sintética, caracterizado por compreender microimpressão formada por um arranjo de elementos icônicos microestruturados e um arranjo de elementos de focalização, os arranjos em cooperação para formar uma imagem óptica sintética.

30 24. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a microimpressão é usada para estocagem de informações

compactadas.

25. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a microimpressão é usada para identificação de papel-moeda, em um fio de segurança para papel-moeda, documentos, embalagens ou artigos manufaturados.

26. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento é laminado até a camada icônica.

10 27. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento é apoiado por um substrato.

28. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o substrato está posicionado entre a camada icônica e o revestimento.

29. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos elementos icônicos microestruturados é preenchida com um material de enchimento icônico.

30. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos elementos icônicos microestruturados é preenchida com um material de enchimento icônico, antes da laminação.

31. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos elementos icônicos microestruturados é revestida com um revestimento, antes da laminação.

30 32. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com

a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a camada icônica é formada por tanto por elementos icônicos positivos quanto por elementos icônicos negativos.

33. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
5 a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a camada icônica é formada por elementos de imagem icônica positiva nos quais os elementos de imagem icônica positiva são formados como depressões ou vazios na camada icônica e áreas de fundo na camada icônica são formadas como áreas
10 elevadas.

34. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a camada icônica é formada por elementos de imagem icônica negativa nas quais os elementos de imagem icônica negativa são
15 formados como áreas elevadas na camada icônica e áreas de fundo na camada icônica são formadas como depressões ou vazios na camada icônica.

35. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que pelo
20 menos uma porção dos elementos de imagem icônica positiva é preenchida com um material de enchimento que possui uma propriedade diferente em relação ao material da camada icônica.

36. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
25 a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção das áreas de fundo na camada icônica é preenchida com um material de enchimento que possui uma propriedade diferente em relação ao material da camada icônica.

30 37. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com

a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que o material de enchimento inclui um material corante.

38. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que o material de enchimento inclui um material corante.

39. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por ainda incluir um material de revestimento aplicado a pelo menos uma porção da superfície da camada icônica microestruturada.

40. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é conformal à camada icônica, não conformal à camada icônica, descontínuo, estampado, não estampado, direcional ou tem áreas revestidas que possuem propriedades ou materiais diferentes em relação à camada icônica, ou combinações desses.

41. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é alumínio que é substancialmente transparente quando visualizado a partir de uma direção normal ao plano da camada icônica e a refletividade da camada de revestimento aumenta com o aumento do ângulo de incidência, de modo que as laterais dos elementos icônicos revestidos parecem mais refletivas, o que resulta na aparência de um contorno de alto contraste dos elementos icônicos.

42. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é um material dielétrico em multicamadas e a cor do revestimento parece diferente em

diferentes ângulos de visualização.

43. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado por ainda incluir um material de enchimento que preenche, pelo menos
5 parcialmente, pelo menos uma porção dos ícones microestruturados.

44. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por ainda incluir um material de enchimento que preenche, pelo menos
10 parcialmente, pelo menos uma porção dos ícones microestruturados.

45. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos ícones microestruturados é preenchida
15 com quantidades diferentes de materiais diferentes.

46. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção dos ícones microestruturados é preenchida com quantidades diferentes de materiais diferentes.

20 47. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é estampado.

48. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 47, caracterizado pelo fato de que o
25 material de revestimento é estampado por impressão, deposição de um material protetor sobre o revestimento e gravação química de pelo menos uma porção do revestimento exposto ou remoção química ou mecânica de pelo menos uma porção do material protetor.

30 49. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com

a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é um revestimento estampado metalizado.

50. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
5 a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é um material de revestimento estampado que cria um conjunto de elementos icônicos que formam coletivamente uma imagem em adição à imagem formada coletivamente pelos elementos icônicos microestruturados.

10 51. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 47, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é estampado com uma geometria que não se coordena com a geometria dos elementos icônicos microestruturados.

15 52. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 47, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento contém informações diferentes das informações contidas nos elementos icônicos microestruturados.

20 53. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento é uma folha metálica estampada por calor que opcionalmente inclui uma camada laqueada frágil.

25 54. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 53, caracterizado por ainda incluir um material de enchimento revestido sobre pelo menos uma porção da folha metálica estampada por calor que reveste ou que é aplicada à camada icônica, de modo a preencher apenas pelo menos uma porção de diversas depressões nos elementos
30 icônicos microestruturados.

55. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o material de revestimento inclui um revestimento direcional.

56. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 55, caracterizado por ainda incluir um material de enchimento que preenche pelo menos parcialmente uma porção de diversas depressões nos elementos icônicos microestruturados.

57. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os elementos icônicos microestruturados são formados pelo material de revestimento estampado fornecido em porções selecionadas do substrato, o material de revestimento estampado formando padrões positivos ou negativos do objeto dos elementos icônicos.

58. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado por ainda incluir uma camada de revestimento adicional acrescentada ao material de revestimento estampado.

59. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema opera em um sistema de autenticação no qual o arranjo de elementos de focalização é separado do sistema de imagens e é usado para ler informações contidas no sistema de imagens.

60. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 59, caracterizado pelo fato de que o arranjo de elementos de focalização é formado como uma lâmina, e o sistema de imagens é formado como uma lâmina, e as duas lâminas são adaptadas para serem óptica ou

mecanicamente acopladas, e o comprimento focal dos elementos de focalização é maior do que a espessura da lâmina que inclui os elementos de focalização.

61. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
5 a reivindicação 60, caracterizado pelo fato de que as duas lâminas estão acopladas com um fluido de acoplamento.

62. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
a reivindicação 60, caracterizado pelo fato de que o
arranjo de elementos icônicos é posicionado em ou sobre uma
10 superfície da lâmina do sistema de imagens, e o ponto focal
dos elementos de focalização está na superfície, ou é
ligeiramente deslocada, da referida lâmina do sistema de
imagens quando as duas lâminas são acopladas para formar
uma imagem óptica sintética, a superfície da lâmina do
15 sistema de imagens que inclui os elementos icônicos
microestruturados sendo projetada para formar a imagem
óptica sintética.

63. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
a reivindicação 60, caracterizado pelo fato de que a lâmina
20 do sistema de imagens é fixada ou é incorporada em um
objeto como, por exemplo, um dispositivo de autenticação ou
de segurança.

64. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
a reivindicação 63, caracterizado pelo fato de que o
25 arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagens
possuem uma simetria rotacional e um período de repetição
que são substancialmente combinados.

65. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com
a reivindicação 60, caracterizado por ainda incluir um
30 revestimento de superfície sobre a lâmina do sistema de

imagens.

66. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 64, caracterizado pelo fato de que a lâmina do sistema de imagens inclui padrões múltiplos de elementos icônicos que formam diferentes imagens sintéticas em cooperação com o arranjo de elementos de focalização.

67. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 66, caracterizado pelo fato de que as diferentes imagens sintéticas são formadas em diferentes ângulos de rotação da lâmina do elemento de focalização em relação à lâmina do sistema de imagens.

68. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 66, caracterizado pelo fato de que as diferentes imagens sintéticas são formadas através da utilização de diferentes lâminas separadas do elemento de focalização, as diferentes lâminas separadas do elemento de focalização possuindo arranjos de elementos de focalização que diferem em um ou mais dos períodos de repetição do arranjo de elemento de focalização, no comprimento focal dos elementos de focalização ou na sua simetria rotacional, ou combinações desses.

69. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 66, caracterizado pelo fato de que um padrão icônico tem um período de repetição diferente, ou uma simetria rotacional diferente, ou ambos, em relação a outro padrão do elemento icônico.

70. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 69, caracterizado pelo fato de que são necessárias diferentes lâminas do elemento de focalização para formar imagens sintéticas dos diferentes padrões do

elemento icônico.

71. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 70, caracterizado pelo fato de que uma segunda lâmina do elemento de focalização é colocada sobre
5 uma primeira lâmina do elemento de focalização para formar imagens sintéticas de dois padrões diferentes do elemento icônico, uma das lâminas do elemento de focalização possuindo elementos de focalização com um comprimento focal diferente em relação aos elementos de focalização da outra
10 lâmina do elemento de focalização.

72. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 71, caracterizado pelo fato de que a primeira e segunda lâminas do elemento de focalização possuem arranjos de elementos de focalização que diferem em
15 um ou mais dos períodos de repetição dos arranjos do elemento de focalização, no comprimento focal dos elementos de focalização ou na sua simetria rotacional.

73. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 66, caracterizado pelo fato de que os
20 padrões icônicos diferentes são fornecidos em pelo menos duas camadas diferentes do sistema de imagens.

74. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 73, caracterizado pelo fato de que as diferentes camadas do sistema de imagens são fornecidas em
25 diferentes lâminas do sistema de imagens.

75. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por ainda incluir um espaçador óptico entre o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagens.

30 76. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com

a reivindicação 75, caracterizado pelo fato de que a espessura do espaçador óptico é maior do que o comprimento focal dos elementos de focalização, de tal forma que a imagem óptica sintética não seja distinguível sem a
5 colocação de outro material sobre o arranjo de elementos de focalização, o índice de refração do outro material sendo suficiente para alterar o comprimento focal dos elementos de focalização para focalizar sobre os elementos icônicos do sistema de imagens fornecendo, desse modo, uma imagem
10 óptica sintética.

77. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por ainda incluir diferentes camadas de elemento icônico que fornecem diferentes imagens ópticas sintéticas com a adição de
15 materiais que possuem índices de refração diferentes.

78. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 76, caracterizado pelo fato de que o outro material é um líquido fornecendo, dessa forma, uma imagem óptica sintética que indica umidade.

20 79. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser incorporado em papel-moeda ou em um fio de segurança para papel-moeda.

80. Sistema de imagem óptica sintética, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a imagem
25 óptica sintética observada por um observador se altera à medida que o ângulo de azimuth do sistema de imagens se altera.

81. Sistema de apresentação de imagens, caracterizado por compreender um arranjo de elementos icônicos
30 microestruturados, os elementos icônicos microestruturados

projetados para formar coletivamente uma imagem ou certas informações selecionadas, em que a imagem é projetada para ser visualizada, ou as informações lidas, através do uso de um dispositivo de ampliação separado.

SISTEMA DE APRESENTAÇÃO DE IMAGENS E DE SEGURANÇA MICRO- ÓPTICA

É fornecido um sistema de apresentação de imagens que emprega elementos icônicos microestruturados para formar
5 uma imagem. Em uma forma, é fornecido um sistema de imagens ópticas sintéticas que inclui um arranjo de elementos de focalização, e um sistema de imagens que inclui ou é formado por um arranjo ou padrão de elementos icônicos microestruturados, tais como aqueles descritos abaixo, em
10 que os elementos icônicos microestruturados são projetados para formar coletivamente uma imagem ou certas informações desejadas, e em que o arranjo de elementos de focalização e o sistema de imagens cooperam, por exemplo, através de acoplamento óptico, para formar uma imagem óptica
15 sintética, a qual pode opcionalmente ser ampliada. Em outra forma, é fornecido um sistema de apresentação de imagens que inclui ou é formado por um arranjo ou padrão de elementos icônicos microestruturados, tais como aqueles descritos abaixo, em que os elementos icônicos
20 microestruturados são projetados para formar coletivamente uma imagem ou certas informações desejadas, e em que o sistema de imagens é projetado para ser autônomo e a imagem é visualizada, ou as informações são lidas, através do uso de um dispositivo de ampliação como, por exemplo, uma lente
25 de aumento ou um microscópio, que é fornecido separadamente do sistema de imagens.