



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

(11) BR 102016007446-0 B1



(22) Data do Depósito: 04/04/2016

(45) Data de Concessão: 14/06/2022

(54) Título: APARELHO E MÉTODO PARA CRIAR UM EFEITO ÓPTICO

(51) Int.Cl.: B42D 25/324; B44F 1/02; B64C 21/10; B64C 23/00; B64D 45/00; (...).

(52) CPC: B42D 25/324; B44F 1/02; B64C 21/10; B64C 23/00; B64D 45/00; (...).

(30) Prioridade Unionista: 06/05/2015 US 14/705,547.

(73) Titular(es): THE BOEING COMPANY.

(72) Inventor(es): DIANE C. RAWLINGS; TIMOTHY LEROY WILLIAMS; JAMES C. MCGARVEY; JAMES M. KESTNER; ALAN G. BURG.

(57) Resumo: APARELHO, E, MÉTODO Microestruturas aerodinâmicas tendo submicroestrutura são descritas aqui. Um aparelho exemplificativo descrito inclui uma microestrutura aerodinâmica definindo uma superfície externa de um veículo, e um padrão de submicroestruturas superpostas sobre a microestrutura para apresentar uma representação de uma imagem.

“APARELHO E MÉTODO PARA CRIAR UM EFEITO ÓPTICO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] Esta patente se refere a microestruturas e, mais particularmente, a efeitos ópticos para microestruturas aerodinâmicas.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Microestruturas são, tipicamente, usadas em uma aeronave para alterar características de voo e/ou dinâmica da aeronave. Em particular, microestruturas, como nervuras longitudinais como usadas em superfícies de uma asa de aeronave, uma aleta ou uma fuselagem para reduzir arrasto e/ou um coeficiente de arrasto da aeronave, que pode resultar em economia de combustível global e/ou redução em emissões de dióxido de carbono etc. Entretanto, nervuras longitudinais e outras microestruturas também podem causar ou impedir certos efeitos ópticos/estéticos e visuais, incluindo alta refletividade, reflexo direcional e/ou outros efeitos potenciais à estética da aeronave com base na geometria das mesmas. Alta refletividade e o reflexo direcional associado é, frequentemente, referida como brilho, que pode afetar a visibilidade e/ou uma aparência estética da aeronave. Nervuras longitudinais podem causar brilho em direções atípicas devido a suas geometrias, formas e/ou características em comparação com superfícies típicas de aeronave (por exemplo, superfícies de asa, superfícies de fuselagem etc.).

[003] Em algumas situações, refletividade e/ou a aparência geral das superfícies de aeronave podem ser controlados pelo ajuste da refletividade e/ou ângulos de reflexo de diferentes porções das superfícies da aeronave. Algumas soluções conhecidas para afetar a aparência das superfícies da aeronave incluem revestimentos ópticos de baixa refletividade, como tinta preta plana ou revestimentos com multicamadas de filmes. Outras soluções conhecidas para alterar a refletividade e/ou a aparência da aeronave incluem decalques, mas sua aplicação a superfícies aerodinâmicas, como nervuras longitudinais, pode ter impactos negativos nas propriedades aerodinâmicas

das nervuras longitudinais e, desse modo, pode reduzir a efetividade das mesmas.

SUMÁRIO

[004] Um aparelho exemplificativo inclui uma microestrutura aerodinâmica definindo uma superfície externa de um veículo, e um padrão de submicroestruturas superpostas sobre a microestrutura para apresentar uma representação de uma imagem.

[005] Um método exemplificativo inclui prover um primeiro grupo de submicroestruturas sobre uma superfície externa de uma microestrutura. O método exemplificativo inclui ainda prover um segundo grupo de submicroestruturas sobre, ou, próximo à superfície externa, em que o segundo grupo de submicroestruturas é orientado, espaçado, modelado ou alinhado de modo diferente do primeiro grupo de submicroestruturas para criar um efeito óptico

[006] Outro método exemplificativo inclui receber uma imagem para ser aplicada a uma superfície de uma microestrutura aerodinâmica e, com base na imagem recebida, prover um padrão de submicroestruturas às superfícies para criar uma representação da imagem recebida sobre a superfície.

[007] Outro aparelho exemplificativo inclui uma microestrutura aerodinâmica definindo uma superfície externa de uma aeronave. A microestrutura aerodinâmica exemplificativa inclui um primeiro grupo de submicroestruturas superposto sobre a microestrutura aerodinâmica. A microestrutura aerodinâmica exemplificativa inclui ainda um segundo grupo de submicroestruturas superposto sobre a microestrutura aerodinâmica e que é diferente do primeiro grupo de submicroestruturas, onde uma combinação do primeiro e segundo grupos de microestruturas apresenta uma representação de uma imagem.

[008] Uma modalidade da invenção envolve um aparelho que inclui

uma microestrutura aerodinâmica definindo uma superfície externa de um veículo; e um padrão de submicroestruturas superposto sobre a microestrutura para apresentar uma representação de uma imagem. O padrão de submicroestruturas pode incluir primeiro e segundo grupos de submicroestruturas, o segundo grupo de submicroestruturas sendo diferente do primeiro grupo de submicroestruturas. O segundo grupo de submicroestruturas pode ter formas, espaçamentos ou orientações diferentes em comparação ao primeiro grupo de submicroestruturas. O padrão de submicroestruturas pode incluir submicroestruturas e porções relativamente planas da superfície externa. Espaçamentos entre submicroestruturas do padrão de submicroestruturas podem ser, aproximadamente, iguais a um comprimento de onda de luz para realçar desempenho. Superfícies de submicroestruturas do padrão de submicroestruturas podem ser revestidas com um revestimento refletivo. Para assegurar desempenho sob certas condições, os espaçamentos entre as submicroestruturas do padrão de submicroestruturas pode ser menor do que cerca de 0,4 microns. O aparelho pode incluir ainda uma camada colorida próxima à superfície externa.

[009] Outra modalidade da invenção envolve um método que inclui prover um primeiro grupo de submicroestruturas sobre uma superfície externa de uma microestrutura; e prover um segundo grupo de submicroestruturas sobre, ou, próximo à superfície externa, em que o segundo grupo de submicroestruturas é orientado, espaçado, modelado ou alinhado diferentemente do primeiro grupo de submicroestruturas para criar um efeito óptico. A superfície externa pode abranger uma pluralidade de microestruturas. A provisão do primeiro ou segundo grupo de submicroestruturas pode incluir gravar em relevo submicroestruturas sobre a superfície externa. O método pode ainda incluir alinhar uma ferramenta para prover o primeiro grupo de submicroestruturas e realinhar ou mover a

ferramenta para prover o segundo grupo de submicroestruturas. As distâncias entre submicroestruturas do primeiro ou segundo grupo de submicroestruturas pode variar entre 0,4 e 0,7 microns.

[0010] Outra modalidade da invenção envolve um método que inclui receber uma imagem para ser aplicada a uma superfície de microestrutura aerodinâmica; e, sobre a imagem recebida, prover um padrão de submicroestruturas à superfície para criar uma representação da imagem recebida sobre a superfície. A provisão das submicroestruturas pode incluir direcionar uma ferramenta para prover submicroestruturas de diferentes dimensões em diferentes posições sobre a superfície. As submicroestruturas do padrão de submicroestruturas podem ter uma ou mais de uma forma parabólica, uma forma triangular, uma forma em ranhura, uma forma senoidal, uma forma de cone, uma forma cilíndrica, ou uma pluralidade de end. Distâncias entre as submicroestruturas do padrão de submicroestruturas podem ser de 0,4 a 0,7 microns.

[0011] Outra modalidade da invenção envolve um aparelho que inclui uma microestrutura aerodinâmica definindo uma superfície externa de uma aeronave, compreendendo: um primeiro grupo de submicroestruturas superposto sobre a microestrutura aerodinâmica; e um segundo grupo de submicroestruturas superposto sobre a microestrutura aerodinâmica e diferente do primeiro grupo de submicroestruturas, uma combinação do primeiro e segundo grupo de microestruturas para apresentar uma representação de uma imagem. O segundo grupo de submicroestruturas pode ter formas, espaçamentos ou orientações diferentes em comparação com o primeiro grupo de submicroestruturas. O aparelho pode incluir ainda uma porção plana da microestrutura aerodinâmica para, pelo menos parcialmente, apresentar a representação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0012] A figura 1 ilustra uma aeronave exemplificativa que pode ser

usada para implementar os métodos e aparelhos exemplificativos aqui descritos.

[0013] A figura 2 é uma microestrutura de nervura longitudinal exemplificativa de uma superfície externa da aeronave exemplificativa da figura 1, sobre a qual os exemplos aqui descritos podem ser implementados.

[0014] A figura 3 é uma vista de seção transversal de uma microestrutura exemplificativa com uma submicroestrutura superposta de acordo com os ensinamentos desta invenção.

[0015] A figura 4 ilustra uma seção superficial exemplificativa de outra microestrutura exemplificativa com uma submicroestrutura exemplificativa que pode ser menor do que o comprimento de onda de luz.

[0016] As figuras 5A-5F ilustram formas exemplificativas que podem ser usadas para implementar microestruturas, bem como, submicroestruturas que podem ser superpostas a microestruturas.

[0017] A figura 6 é uma vista de outra microestrutura exemplificativa com submicroestruturas superpostas sobre a uma superfície de base da microestrutura exemplificativa.

[0018] A figura 7 é uma vista de outra microestrutura exemplificativa com submicroestruturas superpostas a uma superfície de base da microestrutura exemplificativa e tendo submicroestruturas adicionais em uma interface.

[0019] A figura 8A ilustra índices exemplificativos que são formados pelas submicroestruturas de acordo com os ensinamentos desta invenção.

[0020] A figura 8B é uma vista detalhada dos índices exemplificativos da figura 8A.

[0021] A figura 8C é uma vista detalhada de uma porção da vista da figura 8B.

[0022] A figura 8D é uma vista isométrica detalhada dos índices exemplificativos das figuras 8A-8C.

[0023] A figura 9 ilustra um sistema de formação a rolo exemplificativo que pode ser usado para implementar os exemplos aqui descritos.

[0024] A figura 10 ilustra um sistema de gravação em relevo exemplificativo que pode ser usado para implementar os exemplos aqui descritos.

[0025] A figura 11 é uma vista detalhada do sistema de gravação em relevo exemplificativo da figura 10.

[0026] A figura 12 é um diagrama esquemático de um sistema que pode ser usado para implementar os exemplos aqui descritos.

[0027] A figura 13 é um fluxograma representativo de um método exemplificativo que pode ser usado para implementar os exemplos aqui descritos.

[0028] A figura 14 é um fluxograma representativo de outro método exemplificativo que pode ser usado para implementar os exemplos aqui descritos.

[0029] A figura 15 é um diagrama de bloco de uma plataforma de processador exemplificativa de executar instruções legíveis por máquina para implementar os métodos exemplificativos das figuras 13 e 14.

[0030] Sempre que possível, os mesmos números de referência serão usados em todos os desenhos e no texto descritivo anexos para referência às mesmas ou partes iguais. Como usado neste relatório, a afirmação de que qualquer parte é de algum modo posicionada sobre (por exemplo, posicionada sobre, localizada sobre, disposta sobre, ou formada sobre etc.) outra parte, significa que a parte referenciada está em contato com a outra parte, ou que a parte referenciada está acima da outra parte com uma ou mais partes intermediárias localizadas entre as mesmas. A afirmação de que qualquer parte está em contato com outra parte significa que não há parte intermediária entre as duas partes.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0031] Efeitos ópticos para microestruturas aerodinâmicas tendo submicroestruturas são descritas aqui. Microestruturas, como nervuras longitudinais, por exemplo, são tipicamente usadas sobre superfícies aerodinâmicas de uma aeronave para alterar e/ou melhorar características de voo para a redução de um arrasto geral da aeronave, por exemplo, e, desse modo, resultar em uma economia global de combustível e/ou redução em emissões de dióxido de carbono etc. Entretanto, estas nervuras longitudinais e outras microestruturas aerodinâmicas também podem causar certos efeitos ópticos/visuais associados e/ou involuntários, causando potencialmente, desse modo, brilhos indesejáveis e/ou afetar a aparência geral da aeronave. Entretanto, de acordo com o ensinamento desta invenção, superfícies de nervuras longitudinais refletivas e/ou superfícies adjacentes refletivas diferentes podem ser usadas para definir um padrão que apresenta uma representação de uma imagem e/ou índices via um efeito óptico no qual diferentes porções de superfícies refletem de modo diferente devido ao padrão.

[0032] Os exemplos aqui descritos utilizam submicroestruturas (por exemplo, nanoestruturas) e/ou padrões de submicroestruturas que podem ou não ser de escala nanoscópica (por exemplo, aproximadamente, em uma escala de 10^{-9} metros de dimensão), superpostas sobre, ou, sob microestruturas (por exemplo, microestruturas aerodinâmicas externas) para controlar reflexos (por exemplo, reflexos de Fresnel etc.) e/ou variar graus de refletividade que podem ser causados pelas microestruturas, por exemplo. Em particular, padrões de submicroestruturas (por exemplo, submicroestruturas com ou sem porções relativamente planas entremeadas e/ou porções de submicroestruturas diferentes) podem ser usados para este controle. Em alguns exemplos, as microestruturas nas quais os exemplos são implementados são nervuras longitudinais aplicadas a um veículo (por

exemplo, uma aeronave, um veículo baseado no solo, um submarino etc.). Estas nervuras longitudinais são usadas para redução de coeficiente de arrasto do veículo. Em alguns exemplos, submicroestruturas, juntamente com porções relativamente planas são usadas para personalizar a óptica e/ou estética de superfícies ou características do veículo (por exemplo, uma aeronave) sobre as quais as microestruturas exemplificativas são providas.

[0033] Os exemplos aqui descritos permitem controle de aparências visuais, incluindo refletividade em certas áreas de superfícies de veículo para reduzir ou aumentar reflexos e/ou brilho de várias localizações ou posições para obter os desejados efeitos ópticos. Os exemplos aqui descritos possibilitam ainda a implementação de efeitos ópticos personalizados sobre os veículos. Em particular, alguns exemplos permitem que certas características estéticas, como uma imagem, índices e/ou uma camada colorida, sejam vistas de certos ângulos predefinidos, pela limitação ou aumento de refletividade ou transmissibilidade em certas posições e/ou ângulos de visão em relação a porções de uma superfície externa visível de um veículo, por exemplo. Nos exemplos em que a camada colorida é usada, a camada colorida pode ser mecanicamente acoplada a microestruturas, integral às microestruturas e/ou usada em conjunto com submicroestruturas para efeitos decorativos e/ou refletivos diferentes. Em alguns exemplos, a camada colorida e/ou as microestruturas podem ter características de interface (por exemplo, uma superfície texturizada) entre a camada colorida e as microestruturas para diferentes efeitos ópticos, estéticos e/ou decorativos como efeitos refrativos e/ou efeitos difrativos das microestruturas e/ou camadas (por exemplo, camadas coloridas) embutidas nas microestruturas.

[0034] Em alguns exemplos, para modificar a aparência de uma microestrutura, submicroestruturas e/ou grupos de submicroestruturas são providos à microestrutura por usinagem ou qualquer outro processamento apropriado. Em particular, as submicroestruturas podem ser formadas sobre a

microestrutura via formação a rolo ou processos de gravação em relevo, por exemplo. Em alguns dos exemplos aqui descritos, as submicroestruturas são formadas sobre uma microestrutura quando a microestrutura é extrudada (por exemplo, um processo secundário sequencial). A provisão e/ou criação de submicroestruturas pode ocorrer via modificação superficial direta ou indiretamente, via criação de uma ferramenta para formação a rolo ou gravação em relevo, ou por moldagem por extrusão, fundição, pulverização, entalhamento químico etc.

[0035] Como usado aqui, o termo “microestrutura” pode se referir a características geométricas, dimensões e/ou distâncias entre características geométricas (por exemplo, distâncias, alturas e ou larguras periódicas etc.) tendo tamanhos de, aproximadamente, 10 a 200 microns, mas, tipicamente, 75 a 125 microns. Como usado aqui, o termo “submicroestrutura” pode se referir a características geométricas, dimensões e/ou distâncias nas quais as características geométricas (por exemplo, distâncias, alturas e/ou larguras periódicas ou não periódicas etc. são significativamente menores do que uma microestrutura. Nestes exemplos, submicroestruturas podem ter tamanhos de, aproximadamente, 0,1 a 10 microns. Algumas submicroestruturas, por vezes referidas como “nanoestruturas”, podem variar em tamanho e/ou distância (por exemplo, uma distância periódica) aproximadamente igual ou menor do que um comprimento de onda de luz visível, que é de cerca de 0,4 a 0,7 microns. Desse modo, o termo “submicroestrutura” pode se referir ainda a dimensões menores do que cerca de 0,4 microns. Por conseguinte, para os termos “microestrutura” e “submicroestrutura”, como usados aqui, a frase (aproximadamente igual a um elemento de luz” significa uma dimensão que pode variar de cerca de 0,1 a 10 microns.

[0036] A figura 1 ilustra uma aeronave exemplificativa 100 na qual os exemplos aqui descritos podem ser implementados. A aeronave 100 do exemplo ilustrado inclui uma seção de cauda 101 incluindo uma aleta vertical

102 adjacente a uma carenagem dorsal 104, estabilizadores horizontais 106, uma seção de nariz (por exemplo, uma seção de cabine de piloto) 110 e asas 112 fixadas a uma fuselagem 114. Os exemplos aqui descritos podem ser aplicados a superfícies e/ou características (por exemplo, nervuras longitudinais) de qualquer da seção de cauda 101, a seção de nariz 110, os estabilizadores 106, as asas 112 e/ou a fuselagem 114, ou qualquer outra estrutura e/ou superfície exterior ou de bordo externo (por exemplo, um suporte de asa, um suporte de motor, um estabilizador canard etc.).

[0037] A figura 2 é uma microestrutura exemplificativa 200 de uma superfície externa da aeronave exemplificativa 100 da figura 1, sobre a qual os exemplos aqui descritos podem ser implementados. A microestrutura 200 do exemplo ilustrado inclui cristas 202, que são separadas uma da outra, e superfícies de base (por exemplo, vales, superfícies de aeronave etc.) 204 que espaçam as cristas 202 uma da outra. Neste exemplo, os perfis das cristas 202 são geralmente triangulares, definindo, assim, cristas tendo geralmente seções transversais triangulares. Um perfil da microestrutura 200 é extrudado para definir a microestrutura 200 (por exemplo, um volume definido da microestrutura 200). Embora a microestrutura exemplificativa 200 seja extrudada neste exemplo, a microestrutura exemplificativa 200 pode ser formada por gravação em relevo, fundição, prensagem, termoformação, usinagem etc. Em outros exemplos, as superfícies de base 204 podem ter cristas que são menores do que as cristas 202 (por exemplo, menos do que um terço da altura das cristas 202) para controlar brilho.

[0038] Neste exemplo, a microestrutura 200 é uma nervura longitudinal da aeronave 100 e é usada para alterar as características aerodinâmicas da aeronave 100 pela redução de um arrasto global da aeronave 100, por exemplo, e pode ser localizada sobre qualquer superfície externa da aeronave 100. A microestrutura 200 do exemplo ilustrado é usada para reduzir arrasto aerodinâmico pelo controle de camadas limites

turbulentos e/ou impedindo fluxos cruzados associados a uma camada limite turbulenta no ar próximo a uma superfície externa da aeronave 100. Em particular, a microestrutura exemplificativa 200 tem as cristas 202 e é instalada sobre a superfície externa da aeronave 100 e alinhada com uma direção desejada de fluxo de ar. Este alinhamento permite que as cristas 202 atuem como pequenas barreiras ou guias que interrompem e reduzem movimentos de fluxo de ar lateral próximo à superfície externa para realçar fluxo de ar turbulento alinhado e reduzir atrito de casca da superfície externa, reduzindo, assim, o arrasto geral da aeronave 100. Em alguns exemplos, a microestrutura 200 não é fixada ou instalada sobre a superfície externa durante ou após a fabricação da aeronave 100, mas em vez disso, é integral à superfície externa. Por exemplo, a microestrutura 200 pode ser pré-formada na, ou, sobre a superfície externa (por exemplo, usinada ou moldada sobre uma superfície de casca, incorporada em uma parte curada de compósito, posicionada roboticamente, etc.) em vez de ser acoplada (por exemplo, mecanicamente aderida) à superfície externa.

[0039] A geometria geral da microestrutura 200 pode causar reflexos direcionais (por exemplo, dispersão para frente ou dispersão para trás), de modo geral, e/ou um fenômeno óptico conhecido como brilho que pode afetar a aparência geral da aeronave 100. Brilho ocorre mais comumente quando a luz atinge uma superfície a certos ângulos próximo à superfície (por exemplo, ângulos incidentes distantes da normal à superfície) fazendo com que raios luminosos sejam refletidos para frente (por exemplo, dispersão para frente) a partir de superfícies e/ou facetas da microestrutura 200 em direção a certos ângulos de visão e/ou posições relativas à microestrutura 200 e à aeronave 100. Luz incidente pode atingir a superfície a partir de iluminação direta, ou de um reflexo por outra superfície. Em alguns exemplos, esta refletância pode causar brilho a certos ângulos de visão e/ou posições relativas à microestrutura 200 e, assim, afetar a aparência geral da aeronave 100. Como

observado na vista da figura 2, um raio de luz incidente 206 pode atingir uma das cristas 202 aproximadamente paralelo à superfície da crista e, desse modo, um reflexo 208 se desloca para frente em direção a superfícies de base 204, onde o raio luminoso refletido 208 pode ser absorvido, transmitido ou refletido. Similarmente, um raio 210, por exemplo, pode resultar em um reflexo 212 pelas superfícies de base 204 em direção a uma superfície de uma das cristas 202. Os reflexos 208, 212 são, por vezes, referidos como reflexos luminosos a ângulo rasante devido a serem reflexos resultantes de raios incidentes que roçam (atingem a superfície a ângulos distantes da normal) a superfície e podem causar uma indesejada e/ou não intencional aparência da aeronave 100.

[0040] A figura 3 é uma vista de seção transversal de uma microestrutura (por exemplo, uma nervura longitudinal, uma nervura longitudinal extrudada) 300 tendo submicroestruturas superpostas (por exemplo, nanocristas, padrões de submicroestrutura etc.) de acordo com os ensinamentos desta descrição. A microestrutura 300 do exemplo ilustrativo tem diferentes porções, que incluem uma porção distal 304 com uma ponta 305, uma porção intermediária 306 e uma porção de base 308. Neste exemplo, a porção distal 304 é separada da porção intermediária 306 por uma porção de transição 310, na qual as submicroestruturas podem transacionar (por exemplo, gradativamente transitar) de um tamanho para outro. A porção de transição 310 tem submicroestruturas 312 e a porção intermediária 306 tem submicroestruturas 314. Do mesmo modo, a porção de base 308 do exemplo ilustrado tem submicroestruturas 316. Em alguns exemplos, a ponta 305 pode ser muito pequena para ter submicroestruturas superpostas sobre ela. Entretanto, em alguns exemplos, submicroestruturas em escala manométrica podem ser superpostas próximo e/ou sobre a ponta 305.

[0041] Cada uma das submicroestruturas 312, 314, 316 do exemplo ilustrado tem feições características. Por exemplo, a submicroestrutura 314

tem feições características incluindo superfícies de base (por exemplo, vales) 318, um espaçamento (por exemplo, periódico, não periódico) 320, alturas de pico 322 e ângulos de inclinação (por exemplo, um ângulo relativo a uma superfície ou faceta da microestrutura 300) 324. Neste exemplo, um raio luminoso 330 é mostrado como sendo direcionado à porção intermediária 306. Neste exemplo, um comprimento de onda do raio luminoso 330 é similar à distância 320 e à medida que o raio luminoso 330 se desloca em direção à submicroestruturas 314, uma porção do raio luminoso 330 é transmitida a uma das superfícies de base 318 e outra porção do raio luminoso 330 é refletida pelas submicroestruturas 314. Como resultado do comprimento de onda do raio luminoso 330 ser, aproximadamente, similar em tamanho ao espaçamento 320, uma porção significativa do raio luminoso 330 é absorvida pelas submicroestruturas 314 e, desse modo, a porção do raio luminoso 330 refletida pelas submicroestruturas 314 é significativamente reduzida e/ou eliminada, reduzindo, desse modo, reflexos e/ou brilho produzidos pelo raio luminoso 330. Inversamente, espaçamento entre as submicroestruturas 314 pode ser aumentado em certas porções para aumentar a porção do raio luminoso 330 que é refletida pelas submicroestruturas 314. Adicionalmente, devido às submicroestruturas 314 terem cristas com largura de crista relativamente crescente de modo suave em direção às superfícies de base 318 (por exemplo, as submicroestruturas 314 são mais largas em sua base em comparação a suas respectivas pontas) e distâncias da ordem de um comprimento de onda de luz visível, elas criam um gradiente de índice de refração sobre uma superfície da microestrutura 300. Alternativamente, a forma geral com largura variável das microestruturas 314 em direção às superfícies de base 318 facilita componentes de luz serem refletidas da microestrutura 314 (por exemplo, reflexos de Fresnel).

[0042] As submicroestruturas exemplificativas 312 da porção distal 304 da porção de transição 310 têm alturas de pico e distâncias de

espaçamento relativamente menores (por exemplo, distâncias periódicas) em comparação com as microestruturas 314 e/ou as submicroestruturas 316. Desse modo, em uma maneira similar às submicroestruturas 314 descritas acima, as submicroestruturas 312 do exemplo ilustrado reduzem e/ou minimizam reflexos ou brilho resultantes de raios luminosos incidentes. Neste exemplo, as submicroestruturas 312 são relativamente menores e mais densamente compactadas uma à outra em comparação com as submicroestruturas 314 para ter certa suavidade aerodinâmica da microestrutura 300. Em particular, submicroestruturas maiores na região de transição 310 e/ou próximas à ponta 305 podem causar maior arrasto e/ou turbulência. Neste exemplo, as submicroestruturas 312 não se estendem para a ponta 305 para impedir problemas de durabilidade, dano e/ou falha estrutural prematura da microestrutura 300. Além disso, em alguns exemplos, as submicroestruturas localizadas próximas a uma extremidade distal de uma microestrutura ou uma região de transição próxima à extremidade distal são relativamente menores (por exemplo, altura e/ou distância(s) periódica(s) etc.) para maior facilidade de fabricação e/ou em relação a restrições de fabricação.

[0043] Neste exemplo, as submicroestruturas 316 têm alturas de picos e distâncias similares às das submicroestruturas 314. Alternativamente, as alturas de picos e/ou distâncias das submicroestruturas 316 podem variar em comparação com as das submicroestruturas 314 e/ou das submicroestruturas 312. Em alguns exemplos, as submicroestruturas 316 podem diferir das submicroestruturas 314 em algumas localizações, mas têm um gradiente de transição no qual as submicroestruturas 316 adjacentes às submicroestruturas 314 têm características dimensionais similares àquelas das submicroestruturas 314, mas variam mais do que as das submicroestruturas 314. Do mesmo modo, as submicroestruturas 314 podem ter um gradiente de transição em relação às submicroestruturas 312 e vice-versa.

[0044] Embora as submicroestruturas 312, 314, 316 estejam

mostradas se projetando geralmente perpendicular às superfícies da microestrutura 300 em algumas localizações, qualquer das submicroestruturas 312, 314, 316 podem ser inclinadas e/ou modeladas em relação às respectivas superfícies da microestrutura 300 (por exemplo, elas podem ser inclinadas) das quais se estendem. Em alguns exemplos, esta angulação das submicroestruturas 312, 314, 316 aumenta a facilidade de fabricação (por exemplo, remoção de ferramenta nos processos de usinagem, fundição ou moldagem etc.) das submicroestruturas 312, 314, 316. Além disso, a angulação das submicroestruturas 312, 314, 316 em relação às superfícies da microestrutura 300 pode permitir efeitos visuais e/ou ângulos de reflexo diferentes para raios luminosos incidentes sobre a microestrutura 300. Em alguns exemplos, tal angulação e/ou modelagem pode também permitir que reflexos sejam vistos apenas em certos ângulos (por exemplo, ângulos de visão) em relação à microestrutura 300.

[0045] Embora as submicroestruturas exemplificativas 312, 314, 316 sejam também mostradas na figura 3 como tendo substancialmente padrões regulares (por exemplo, distâncias entre submicroestruturas individuais sendo relativamente similares) e/ou alturas relativamente uniformes entre submicroestruturas individuais, características das submicroestruturas 312, 314, 316 podem variar ao longo de porções da microestrutura 300. Em particular, qualquer das submicroestruturas 312, 314, 316 pode definir padrões baseado na variação dentro ou entre as submicroestruturas 312, 314, 316. Por exemplo, para definir um padrão, a distância (por exemplo, a distância periódica) 320 das submicroestruturas 314 pode variar da porção de base 308 para a ponta 305 (por exemplo, aumento ou diminuição da distância 320 e/ou aumento ou diminuição das alturas de picos 322). Alternativa ou adicionalmente, a forma, geometria e/ou estrutura(s) gerais de submicroestruturas superpostas podem variar ao longo de diferentes porções da microestrutura 300 (por exemplo, submicroestruturas em forma de cristas

em uma porção e em forma de cone em outra porção de uma microestrutura) – para definir um padrão (por exemplo, um padrão superposto). Variação de submicroestruturas superpostas a uma microestrutura juntamente com porções relativamente planas adjacentes ou próximas à submicroestruturas, em alguns exemplos, pode ser usada para definir padrões que permitam efeitos visuais e/ou estéticos. Como resultado, imagens e/ou índices podem ser apresentados através de um padrão de submicroestruturas (por exemplo, um padrão de submicroestruturas superpostas) no qual as submicroestruturas podem variar entre diferentes microestruturas e/ou porções de uma microestrutura. Por exemplo, diferentes grupos de submicroestruturas, cada grupo tendo alturas, espaçamento e/ou orientação diferentes pode ser usado para mostrar/apresentar um visual estético especificamente definido ou uma imagem. Alternativamente, um padrão de submicroestruturas juntamente com superfícies relativamente planas pode ser usado para apresentar as imagens e/ou índices. Alternativa ou adicionalmente qualquer das submicroestruturas 312, 314, 316 pode ter alturas de picos e/ou espaços aleatoriamente distribuídos entre submicroestruturas individuais.

[0046] Embora a microestrutura 300 do exemplo ilustrado tenha forma de crista, a microestrutura 300 pode ter qualquer forma ou geometria adequada, incluindo qualquer das formas e/ou qualquer combinação das formas descritas abaixo em relação com as figuras 5A-5F. Similarmente, embora as submicroestruturas 312, 314, 316 estejam mostradas como tendo um perfil ou seção transversal em forma de crista substancialmente triangular na figura 3, elas podem ter qualquer forma apropriada, incluindo qualquer das formas e/ou qualquer combinação das formas ou geometrias associadas às figuras 5A-5F mostradas abaixo.

[0047] Em alguns exemplos, revestimentos podem ser aplicados à microestrutura 300 e/ou a qualquer das submicroestruturas 312, 314, 316. Por exemplo, a microestrutura 300 e/ou as submicroestruturas 312, 314, 316

podem ser revestidas com um revestimento antirrefletivo, um revestimento refletivo e/ou revestimentos coloridos (por exemplo, pinturas, tintas ou infusão de corantes) em sua inteireza e/ou parcialmente revestidas sobre um único lado ou faceta para controlar a reflexo de luz em uma direção ou ângulo(s) de visão predefinidos e, assim, definir uma aparência da microestrutura 300. Em alguns exemplos, revestimentos só são aplicados a porções da microestrutura 300 (por exemplo, a porção de base 308, a porção intermediária 306, e/ou a porção distal 304) e/ou porções das submicroestruturas 312, 314, 316 (por exemplo, superfícies voltadas para cima das submicroestruturas 314 etc.).

[0048] A figura 4 ilustra uma microestrutura exemplificativa 400 com submicroestruturas superpostas (por exemplo, nanoestruturas) 402 sobre uma superfície 404. Neste exemplo, a microestrutura 400 e as submicroestruturas superpostas 402 são ambas de polímero e, desse modo, definem uma interface ar-polímero 406 para raios luminosos incidentes. Em contraste com as submicroestruturas 312, 314, 316, como descrito acima em relação à figura 3, as submicroestruturas 402 do exemplo ilustrado têm projeções arredondadas tipo cone, por vezes referidas como geometria de olho de mariposa. As microestruturas exemplificativas 402, que se estendem geralmente perpendicular à superfície 404, têm dimensões características associadas (por exemplo, são separadas por distâncias, têm correspondentes distâncias centro a centro etc.) similares a, ou, da ordem de o comprimento de onda de luz incidente (por exemplo, menos do que o comprimento de onda de luz) e/ou razões de aspecto definidas entre distâncias e alturas de submicroestruturas superpostas a uma microestrutura.

[0049] Neste exemplo, uma seta 408 representa uma direção geral de um raio de luz incidente direcionado para as submicroestruturas 402. Como resultado de ser direcionado para as submicroestruturas 402, o raio de luz incidente exemplificativo é dividido em uma porção refletida menor

representada por uma seta 410, e uma porção transmitida e/ou absorvida maior, que é acoplada ao material, baseada nas propriedades do material e representada por uma seta 412. As setas 408, 410, 412 do exemplo ilustrado também são representadas pelas setas 416, 418, 420, respectivamente, que são mostradas relativas à superfície 404. Neste exemplo, a seta 418 é refletida e a seta 420 é transmitida e refratada. Entretanto, as submicroestruturas 402 do exemplo ilustrado reduzem significativamente a intensidade de reflexo(s) Fresnel pela criação de uma mudança gradativa no índice de refração do ar para um material da microestrutura 400 e, assim, podem afetar a aparência da superfície 404. Em particular, a variação de submicroestruturas 402 (por exemplo, alturas, espaçamento, orientação e/ou formas das submicroestruturas 402) em diferentes localizações (por exemplo, definindo grupos de submicroestruturas onde os grupos têm diferentes características de submicroestrutura) pode permitir que uma imagem seja apresentada, por exemplo.

[0050] As figuras 5A-5G ilustram exemplos de geometrias (por exemplo, formas) que podem ser usadas para microestruturas, bem como, submicroestruturas (por exemplo, nanoestruturas) que podem ser superpostas sobre as microestruturas. As formas exemplificativas das figuras 5A-5G também podem ser utilizadas como qualquer combinação destas formas e/ou qualquer outra forma apropriada tanto para microestruturas como submicroestruturas. Em particular, as formas mostradas nas figuras 5A-5G podem ser superpostas uma sobre a outra (por exemplo, como submicroestruturas superpostas a uma microestrutura etc.). Por exemplo, uma protuberância exemplificativa 540 da figura 5E pode ser superposta como uma microestrutura sobre uma protuberância exemplificativa 562 ou o interstício 564 da figura 5G e vice-versa. Em alguns exemplos, formas diferentes, como as formas das figuras 5A-5G são usadas em combinação para apresentar uma imagem e/ou índices.

[0051] A figura 5A ilustra uma forma de protuberância exemplificativa 500 (por exemplo, um ressalto, uma protuberância de uma superfície de base etc.) que pode ser usada para implementar as microestruturas e/ou submicroestruturas exemplificativas aqui descritas. A forma de protuberância exemplificativa 500 tem também um correspondente perfil de ressalto (por exemplo, forma de seção transversal) 504, que pode variar ao longo de múltiplas direções, e que pode ser senoidal, parabólica, triangular ou qualquer outra geometria apropriada. Nas microestruturas exemplificativas com um perfil de forma parabólica, submicroestruturas podem ser superpostas sobre a microestrutura de forma parabólica mais próxima da microestrutura em oposição a uma microestrutura de forma triangular. Em alguns exemplos, submicroestruturas colocadas próximas a uma ponta da microestrutura de forma triangular pode causar fraqueza estrutural e/ou pode não ser possível, devido a limitações de fabricação (por exemplo, uma ferramenta pode não ser retirada da microestrutura de forma triangular sem danificar as submicroestruturas próximas à ponta).

[0052] A figura 5B ilustra geometrias exemplificativas, que são mostradas como formas individuais e que podem ser aplicadas a microestruturas ou submicroestruturas. As geometrias exemplificativas incluem uma forma triangular 510, uma forma cilíndrica 512, uma forma retangular 514 e uma forma senoidal e/ou parabólica 516. A forma triangular 510 pode ser um cone, uma forma piramidal ou crista triangular, por exemplo. Em geral, as geometrias exemplificativas da figura 5B podem ter perfis de forma com correspondentes profundidades (por exemplo, uma forma bidimensional com uma profundidade definida para ser alongada ou extrudada) ou uma forma tridimensional, como um cone. Por exemplo, a forma parabólica 516 pode ser extrudada/alongada como uma seção transversal ou pode ser revolvida ao redor de um eixo geométrico para ter uma forma parabólica tridimensional.

[0053] A figura 5C ilustra uma geometria exemplificativa 520 com alturas variáveis, que pode ser aplicada a microestruturas ou submicroestruturas. A geometria 520 do exemplo ilustrado inclui picos 522 e subpicos 524, que podem ser arranjados em um padrão relativamente regular (por exemplo, um padrão alternado) ou podem não ser arranjados em um padrão regular (por exemplo, uma distribuição aleatória). Alternativamente, um número predefinido de subpicos 524 pode ser localizado em interstícios entre os picos 522 (por exemplo, três subpicos 524 entre os picos 522 em uma ou mais direções etc.). Em qualquer destes exemplos, o arranjo de picos 522 e subpicos 524 um em relação ao outro pode permitir diferentes efeitos ópticos para a condução de uma imagem e/ou redução de brilho. Em alguns exemplos, os subpicos 524 podem ser microestruturas ou submicroestruturas.

[0054] A figura 5D ilustra uma geometria inclinada exemplificativa bidimensional ou tridimensional 530 que pode permitir melhores e/ou desejados efeitos ópticos e/ou maior facilidade de fabricação através de uma liberação de ferramenta simplificada, por exemplo. A geometria inclinada 530 do exemplo ilustrado pode ser implementada como uma microestrutura ou submicroestrutura. Por exemplo, uma submicroestrutura com uma geometria inclinada pode ser superposta à uma microestrutura tendo uma geometria inclinada.

[0055] A figura 5E ilustra protuberâncias tridimensionais 540 com um padrão que se estende (por exemplo, se projeta) de uma superfície. Neste exemplo, as protuberâncias 540 têm uma forma tipo cone. As protuberâncias 540 do exemplo ilustrado pode ter facetas retangulares e/ou serem cones com seções transversais circulares. Embora o exemplo ilustrado da figura 5E mostre formas em cone, qualquer forma apropriada pode ser usada, incluindo aquelas descritas nos exemplos aqui descritos. Em alguns exemplos, funções parabólicas tridimensionais (por exemplo, funções parabólicas de revolução) podem ser usadas para definir protuberâncias tridimensionais.

[0056] A figura 5F ilustra endentações tridimensionais 550 sobre uma superfície. As endentações exemplificativas 550 podem ter qualquer forma apropriada, incluindo aquelas aqui descritas. Por exemplo, as endentações podem ser endentações tipo ovais ou circulares (por exemplo, endentações de ressalto), furos, cristas e/ou ranhuras etc. Em alguns exemplos, uma combinação das endentações tridimensionais 550 e protuberâncias tipo cone, como a geometria em forma de cone 540 da figura 5E pode ser usada para definir uma forma de uma microestrutura ou uma submicroestrutura com características ópticas exclusivas.

[0057] A figura 5G ilustra um padrão 560 no qual as protuberâncias (por exemplo, cristas triangulares) 562 são separadas por interstícios (por exemplo, vão planos) 564, que é similar à microestrutura 200 da figura 2. Neste exemplo, as protuberâncias 562 são espaçadas a distâncias substancialmente similares ou iguais uma da outra. Entretanto, em outros exemplos, os espaçamentos entre as protuberâncias 562 podem variar (por exemplo, podem ser irregulares) para melhorar a facilidade de fabricação (por exemplo, separação de ferramenta) e/ou para certos efeitos ópticos desejados. Em alguns exemplos, os interstícios 564 são curvos, têm múltiplos segmentos e/ou são contornados.

[0058] A figura 6 é uma vista de outra microestrutura exemplificativa 600, que é um raio de luz neste exemplo. A microestrutura exemplificativa 600 inclui uma crista de microestrutura (por exemplo, uma crista de raio de luz) 602 com uma ponta geralmente em forma triangular 604 e uma superfície (por exemplo, faceta) 606 da crista 602. A microestrutura exemplificativa 600 inclui cristas de submicroestruturas 610 que se estendem através de uma base da microestrutura 600 entre (por exemplo, um entre vão) a crista de nervura longitudinal 602 e outra crista de nervura longitudinal adjacente. Neste exemplo, as cristas de microestruturas 610 são submicroestruturas providas sobre a base da microestrutura 600 e incluem ainda superfícies de cristas (por

exemplo, facetas) 612, 614 adjacentes uma à outra e definindo picos das cristas 610. Em alguns exemplos, as superfícies de cristas 612, 614 ficam a ângulos de inclinação diferentes de uma linha vertical uma em relação à outra (por exemplo, as superfícies de cristas 612, 614 ficam a ângulos diferentes em elemento a uma linha vertical na vista mostrada na figura 6). As cristas de microestrutura e de submicroestrutura 610 do exemplo ilustrado são adjacentes a uma camada colorida 620.

[0059] Neste exemplo, a crista do raio de luz 602 e as cristas de submicroestruturas 610 se estendem em direções geralmente perpendiculares uma em relação à outra. Em outros exemplos, as cristas de submicroestruturas 610 podem ser substancialmente paralelas ou a um ângulo em relação à crista de nervura longitudinal 602. Em alguns exemplos, uma superfície, que se estende entre a crista 602 e a crista adjacente, tem contornos que podem ser relativamente planos, curvos e/ou inclinados entre a raio de luz 602 e a borda de nervura longitudinal adjacente e, assim, as cristas de submicroestruturas 610 podem acompanhar estes contornos. Em alguns exemplos, as cristas de submicroestruturas 610 são orientadas a ângulos diferentes em relação à crista de nervura longitudinal 602 para efeitos ópticos diferentes, incluindo efeitos de redução de brilho (por exemplo, redução de brilho para uma faixa específica de ângulos de visão em relação à microestrutura exemplificativa 600 etc.) – para apresentar uma imagem ou índices e/ou podem ser fabricadas de material que é colorido (por exemplo, previamente colorido) ou infundido com cor.

[0060] A microestrutura 600 do exemplo ilustrado é mecanicamente acoplada e/ou fixada à camada colorida 620. Em alguns exemplos, a camada colorida 620 é integral com a microestrutura 600. Em alguns exemplos, a camada colorida 620 pode ser uma porção da microestrutura que é colorida (por exemplo, revestida etc.) e/ou adicionada à microestrutura 600 durante um processo secundário (por exemplo, um processo de acamamento etc.).

[0061] No exemplo ilustrado da figura 6, a microestrutura 600 é semitranslúcida, totalmente translúcida ou transparente. Em particular, a crista de microestrutura exemplificativa 602 e as cristas de submicroestruturas 610 podem permitir que pelo menos uma porção de luz se desloque através das mesmas, enquanto refletem outra porção de luz baseada no índice de refração de luz dos meios, e ângulos de incidência nas interfaces, através dos quais a luz se desloca. Neste exemplo, um raio de luz incidente 630 [e direcionado para a superfície 606 da crista de microestrutura 602. O raio de luz incidente 630 do exemplo ilustrado tem uma componente transmitida resultante 632 que é absorvida pela crista e/ou se desloca através da crista 602. O raio de luz incidente pode também ter uma componente refletida 634 que é direcionada para as cristas de submicroestruturas 610. Em alguns exemplos, o raio incidente 630 é pelo menos parcialmente absorvido na crista de microestrutura 602 via submicroestruturas (por exemplo, as submicroestruturas 312, 314, 316, 402) superpostas sobre a superfície 606. A variação de um grau para o qual os raios são absorvidos em diferentes localizações pode permitir uma representação de uma imagem ser apresentada a um observador.

[0062] A componente refletida 634 do exemplo ilustrado é um raio incidente sobre as cristas de submicroestruturas 610. O raio incidente 634 atinge a faceta de submicroestrutura 614, criando, desse modo, outro raio refletido 635 que é direcionado de volta para a superfície de microestrutura 606, onde ele pode ser difratado, transmitido através da mesma e/ou absorvido, afetando, desse modo, uma aparência da microestrutura exemplificativa 600. Adicionalmente, uma componente transmitida resultante 636 é acoplada à camada de base de microestrutura e direcionada para a camada colorida 620, na qual uma porção de reflexo 638 pode, então, ser refletida para as superfícies 612, 614 e outra porção 640 pode ser absorvida ou dispersada dentro da base da microestrutura 600. Esta absorção e/ou

dispersão pode ainda afetar a aparência da microestrutura 600 pelo redirecionamento da porção 640 para múltiplas direções. Em alguns exemplos, o direcionamento de porções refletidas para outras submicroestruturas (por exemplo, submicroestruturas sobre a superfície 606) pode também afetar ainda mais a aparência (por exemplo, encaminhando componentes de luz refletida para as submicroestruturas).

[0063] Como mencionado acima, em alguns exemplos, submicroestruturas sobre a superfície 606, por exemplo, podem ser controladas para variar a quantidade de luz refletida para as cristas de submicroestruturas 610 em diferentes posições das cristas de submicroestruturas 610. Em alguns exemplos, as cristas 610 e/ou superfícies 612, 614 têm submicroestruturas superpostas sobre as mesmas. Em alguns exemplos, as cristas 610 e/ou superfícies 612, 614 têm múltiplos grupos de diferentes submicroestruturas para afetar a aparência da microestrutura 600 e/ou apresentar uma imagem e/ou índices para um observador.

[0064] Alternativa ou adicionalmente, qualquer das superfícies 612, 614 pode ser uma superfície refletiva (por exemplo, espelhada) e/ou ter porções refletivas para controlar a magnitude e direção da luz refletida para controlar também a estética e/ou prover capacidade adicional para apresentar uma imagem. Embora as cristas 610 sejam submicroestruturas neste exemplo, elas podem ser submicroestruturas (por exemplo, dimensões tendo maiores do que as microestruturas, como descrito aqui), mas ainda sendo relativamente menores em comparação com a microestrutura 600. Foi determinado que microestruturas secundárias relativamente menores colocadas entre (por exemplo, em superfícies de base de entremeio) microestruturas primárias e, aproximadamente, um terço do tamanho e/ou espaçamento das microestruturas primárias podem ainda controlar e/ou reduzir brilho afetando o visual geral da microestrutura 600. Desse modo, as cristas de submicroestruturas 610, em alguns exemplos, podem, ao invés, ser

microestruturas, que podem ou não ter submicroestruturas superpostas sobre as mesmas. Essas microestruturas podem gravação em relevo dimensões (por exemplo, alturas abaixo ou acima de uma superfície de base) como uma altura de, aproximadamente, um terço de uma altura ou largura da crista de microestrutura 602 (ou menores) para controlar eficazmente brilho ou alterar a aparência geral da microestrutura 600.

[0065] A figura 7 é uma vista de outra microestrutura exemplificativa 700 com uma crista 702 e cristas 704 que incluem superfícies 705, 707. A microestrutura 700 do exemplo ilustrado é similar à microestrutura exemplificativa 600 da figura 6, mas, ao contrário, tendo uma camada colorida texturizada 706 com submicroestruturas 708 que definem uma interface textural entre a camada colorida 706 e o resto da microestrutura 700, em vez de uma interface relativamente plana, conforme mostrado na microestrutura exemplificativa 600 da figura 6. Em alguns exemplos, a camada colorida 706 tem uma porção (por exemplo, uma extensão, uma protuberância etc.) 709 que se estende e/ou se estende parcialmente para a ponta da nervura longitudinal 702. Neste exemplo, um raio transmitido 710 é refletido de uma superfície da crista 702 e, depois, transmitido, através da superfície de submicroestrutura 705, para a camada de base, podendo ser absorvido e/ou difratado pelas submicroestruturas 708, por exemplo. Em particular, as submicroestruturas 708 podem ser espaçadas por distâncias similares ao comprimento de onda da luz visível. Neste exemplo, a porção 709 da camada colorida 706 que se estende para a crista 702 pode afetar a quantidade de luz dispersada e/ou absorvida, ou afetar uma maneira pela qual a camada colorida 706 aparece a um observador. Alternativa ou adicionalmente de maneira similar, a camada colorida 706 pode se estender para as cristas 704 (por exemplo, pelo menos parcialmente conjugar com os contornos das cristas 704), por exemplo. Em alguns exemplos, a camada colorida 706 tem uma interface texturizada em uma interface na qual a

camada colorida 706 se estende para a ponta da nervura longitudinal 702 e/ou as cristas 704. A interface textural pode ainda afetar o modo da luz ser refletida pela camada colorida 706, afetando, assim, uma aparência da microestrutura 700 a um observador.

[0066] Em alguns exemplos, as submicroestruturas 708 e/ou uma aspereza associada às submicroestruturas 708 é usada para realçar acoplamento com a camada colorida 706 de base de microestrutura, e/ou um grau para o qual a luz é refletida pela camada colorida 706. Em particular, as submicroestruturas 708 realçam acoplamento óptico e mecânico à microestrutura 700 pelo aumento da área superficial de contato entre a camada colorida 706 e a microestrutura 700. Em alguns exemplos, as superfícies 705, 707 podem ser refletivas (por exemplo, espelhadas). Alternativa ou adicionalmente apenas as superfícies 705 podem ser refletivas, enquanto as superfícies 707 podem ser, pelo menos, semitranslúcidas (por exemplo, translúcidas, transparentes etc.) e vice-versa. Fazendo-se apenas uma porção das superfícies refletivas, permite controle de refletividade e/ou de absorção de luz de diferentes ângulos de visão, e pode ser usada para apresentar uma imagem ou índices. Em alguns exemplos, as submicroestruturas 708 podem não ser submicroestruturas e, em vez disso, podem ser feições texturizadas maiores do que a ordem de dimensões de microestruturas. Alternativa ou adicionalmente, as submicroestruturas 708 podem difratar luz em cores e/ou ângulos específicos para criar efeitos ópticos e/ou estéticos desejáveis (por exemplo, apresentar imagens) incluindo dispersar luz espectralmente (por exemplo, dispersar em múltiplas cores para criar um efeito de arco-íris).

[0067] A figura 8A ilustra índices exemplificativos (por exemplo, um logotipo, letras, símbolos etc.) 800 formados por grupos de submicroestruturas, de acordo com os ensinamentos desta invenção. Neste exemplo, os índices 800 e letras correspondentes 801 são formados por um

padrão definido por uma combinação de diferentes grupos de submicroestruturas e/ou áreas relativamente planas de uma superfície de veículo. Em alguns exemplos, imagens podem ser projetadas sobre microestruturas pela superposição de diferentes submicroestruturas (por exemplo, nanoestruturas) ao longo de superfície(s) das microestruturas, ou em outras interfaces visíveis sob superfícies das microestruturas. Em alguns exemplos, um único grupo de submicroestruturas (por exemplo, um tamanho e/ou forma particular de submicroestruturas) é usado em combinação com áreas relativamente planas para apresentar uma representação de uma imagem e/ou índices.

[0068] A figura 8B é uma vista detalhada dos índices exemplificativos 800 da figura 8A. na vista da figura 8B, os índices 800 incluem uma porção relativamente plana 802, uma primeira porção de submicroestrutura 804 e uma segunda porção de submicroestrutura 806. Neste exemplo, a combinação da primeira e segunda porções de submicroestruturas 804, 806 cria uma imagem visualmente perceptível a um observador. Esta imagem é percebida devido às diferentes propriedades refletivas entre a primeira e segunda porções de submicroestruturas 804, 806. Em particular, as diferentes propriedades refletivas resultam de diferenças em alinhamento (por exemplo, alinhamento de crista) e/ou espaçamento entre as porções de submicroestruturas 804, 806. Embora um logotipo seja mostrado neste exemplo, os exemplos aqui descritos podem ser usados para criar imagens relativamente complexas (por exemplo, desenhos, fotos etc.), um efeito difrativo e/ou um efeito holográfico. Em alguns exemplos, a porção relativamente plana 802 é usada para realçar o efeito visual criado pelas porções de microestruturas 804, 806 pela provisão de uma característica ou cores contrastantes, e/ou realçando uma profundidade percebida da imagem apresentada pelo observador. Alternativamente, em alguns exemplos, uma imagem pode ser apresentada primariamente por uma diferença no

espaçamento, altura, forma e/ou orientação entre diferentes grupos de submicroestruturas.

[0069] A figura 8C é uma vista detalhada da vista da figura 8B. Neste exemplo, a porção de submicroestrutura 804 é definida e/ou parcialmente definida por cristas (por exemplo, cristas de submicroestruturas) 805 que se estendem por toda a porção de submicroestrutura 804. Como pode ser visto na figura 8C, cristas de microestruturas 808 se estendem através de porções de submicroestruturas 804, 806 e a porção relativamente plana 802 e, desse modo, as cristas de microestruturas 808 do exemplo ilustrado não são interrompidas quando as cristas 808 se estendem por toda as porções de submicroestruturas 804, 806 e/ou a porção relativamente plana 802. Neste exemplo, as cristas de microestruturas 808 se projetam acima das superfícies personalizadas com porções de submicroestruturas 804, 806, as cristas 805 e as regiões relativamente planas (por exemplo, regiões sem padrões) 802.

[0070] A figura 8D é uma vista isométrica detalhada dos índices exemplificativos 800 das figuras 8A-8C. Como pode ser visto na vista da figura 8D, porções de base (por exemplo, superfícies de base) 810 são localizadas entre as cristas de microestruturas 808. Neste exemplo, as porções de submicroestruturas 804, 806 e a porção relativamente plana 802 são superpostas sobre as porções de base 810 e não às cristas 808. Desse modo, neste exemplo, submicroestruturas das porções de submicroestruturas 804, 806 não se estendem sobre as cristas 808. Alternativa ou adicionalmente, submicroestruturas podem ser superpostas sobre as cristas para obter um efeito óptico (por exemplo, apresentar uma imagem ou índices, um efeito difrativo) e/ou reduzir brilho, por exemplo. Em alguns exemplos, uma combinação de submicroestruturas superpostas sobre as porções de base, bem como às microestruturas (por exemplo, cristas de microestruturas) é usada para apresentar uma representação de uma imagem ou índices.

[0071] A figura 9 ilustra um sistema de formação 900, que usa

formação a rolo, que pode ser usado para implementar os exemplos aqui descritos. O sistema de formação exemplificativo 900 inclui um rolo 902 com ranhuras formando submicroestruturas 904. No exemplo ilustrado da figura 9, o sistema de formação 900 está sendo usado para formar (por exemplo, gravar em relevo) submicroestruturas (por exemplo, submicroestruturas em olho de mariposa, cristas de submicroestruturas etc.) 908 sobre cristas 909 de uma microestrutura (por exemplo, uma nervura longitudinal) 910. Neste exemplo, o sistema de formação a rolo 900 pode ser usado para formar múltiplos de submicroestruturas sobre a microestrutura 910, conforme mostrado acima em relação aos índices 800 da figura 8.

[0072] Durante operação do sistema de formação a rolo 900, a microestrutura 910 se move em uma direção geralmente indicada por uma seta 912, enquanto o rolo 902 gira em uma direção geralmente indicada por uma seta 914. Neste exemplo, estruturas de formação de olho de mariposa para formar as submicroestruturas 908 sobre as cristas 909 estão dentro das ranhuras 904 (por exemplo, formas e/ou geometrias de ferramental usado para formar as submicroestruturas 908), que também tem endentações complementares para receber as cristas 909. As estruturas de formação de olho de mariposa nas ranhuras 904 podem variar em tamanho para formar submicroestruturas menores próximo à ponta das cristas de microestruturas 909, enquanto formando submicroestruturas maiores em algum lugar sobre as cristas de microestruturas 909, por exemplo, (ver figura 3). Em alguns exemplos, uma força aplicada à microestrutura 910 via o rolo 902 é ajustada para alterar um grau pelo qual as submicroestruturas 908 são formadas sobre a microestrutura 910. Alternativa ou adicionalmente uma velocidade linear à qual a microestrutura 910 se move em relação ao sistema de usinagem 900 e/ou uma velocidade rotacional do rolo 902 é ajustada para controlar o processo de formação das submicroestruturas 908 sobre a microestrutura 910 e/ou o grau com que as submicroestruturas 908 são formadas sobre a

microestrutura 910. Em alguns exemplos, a superfície do rolo 902 pode ter estruturas 916 para formar (por exemplo, gravar em relevo) submicroestruturas (por exemplo, cristas) nas áreas de base de microestrutura 918 entre as cristas de microestruturas 909.

[0073] A figura 10 ilustra um sistema de formação exemplificativo 1000 que também pode ser usado para implementar os exemplos aqui descritos. O sistema de formação exemplificativo 1000 inclui uma torre de gravação em relevo 1002, sobre a qual acessórios de alinhamento 1004 são montados. Os acessórios 1004 têm cada um, rolos de formação (por exemplo, rolos de gravação em relevo afilados) 1006, 1008 para formar (por exemplo, gravar em relevo) submicroestruturas sobre uma microestrutura 1010.

[0074] Em operação, o sistema de formação (por exemplo, um sistema de processo secundário) 1000 do exemplo ilustrado forma as submicroestruturas sobre a microestrutura 1010 quando a microestrutura 1010 é extrudada em uma direção geralmente indicada por uma seta 1012. Neste exemplo, a microestrutura 1010 é uma nervura longitudinal (por exemplo, um substrato de nervura longitudinal) que é extrudada. Durante operação do equipamento de gravação em relevo 1002, o equipamento de gravação em relevo 1002 pode se mover em uma direção ascendente ou descendente, geralmente indicadas por uma seta dupla 1016. Para formar e/ou adicionar as submicroestruturas e/ou grupos de submicroestruturas sobre a microestrutura 1010, os rolos 1006, 1008 do exemplo ilustrado giram na direção geralmente indicada pelas setas 1020, 1022, respectivamente.

[0075] A figura 11 é uma vista detalhada do sistema de formação exemplificativo 1000 da figura 10. Como mencionado acima, os rolos exemplificativos 1006, 1008 formam submicroestruturas sobre a microestrutura 1010. Durante rotação dos rolos 906, 908 e quando a microestrutura 1010 se move em relação aos rolos 1006, 1008, características superficiais 1106 são usadas para gravar em relevo as submicroestruturas

1108 sobre a microestrutura 1010. Em particular, as características superficiais 1106 podem incluir submicroestruturas de olho de mariposa e/ou estruturas de formação de olho de mariposa (por exemplo, cristas) para gravar em relevo as submicroestruturas 1108 sobre a microestrutura 1010. Em alguns exemplos, alturas das submicroestruturas 1108 podem variar ao longo de uma profundidade extrudada da microestrutura 1010 pela movimentação dos rolos 1006, 1008 (por exemplo, para cima ou para baixo, para os lados) ou variação da pressão relativa à microestrutura 1010 quando a microestrutura 1010 se move em relação ao sistema de formação 1000. Neste exemplo, cada crista da microestrutura 1010 é separada por, aproximadamente, 50 a 100 microns, como indicado por uma dimensão 1110, cada altura de crista sendo de, aproximadamente, 30 a 60 microns, como indicado por uma dimensão 1112, e cada crista tendo, aproximadamente, 5 a 30 microns de largura na base, como indicado pela dimensão 1114. Neste exemplo, o espaçamento entre picos de cada crista da microestrutura 1010 é, aproximadamente, de 75 a 100 microns. As dimensões e/ou parâmetros acima mencionados são apenas exemplos e podem variar pela aplicação, propriedades de fluido de um fluido através do qual um veículo está se deslocando e/ou condições operacionais ambientais previstas etc.

[0076] A figura 12 é uma representação esquemática de um sistema de formação de imagem de submicroestrutura 1200 que pode ser usado para criar efeitos ópticos/estéticos e/ou colocação de imagem (por exemplo, colocação de uma representação da imagem) sobre uma microestrutura e/ou uma superfície com múltiplas submicroestruturas. O sistema de formação de imagem de submicroestrutura exemplificativo 1200 inclui uma interface de entrada de imagem exemplificativa 1202, um controlador de ferramenta exemplificativo 1204, um processador de imagem exemplificativo 1206 e um comparador exemplificativo 1208. Neste exemplo, o sistema de formação de imagem de submicroestrutura 1200 é usado para colocar e/ou definir uma

imagem sobre uma microestrutura pela definição de padrões de submicroestruturas e/ou múltiplos grupos de submicroestruturas, por exemplo.

[0077] A interface de entrada de imagem 1202 do exemplo ilustrado é usada para receber uma imagem e/ou um arquivo de imagem (por exemplo, um arquivo JPEG). Neste exemplo, o processador de imagem 1206 recebe a imagem e/ou o arquivo de imagem da interface de entrada de imagem 1202 e mapeia e/ou define aonde a submicroestrutura e/ou grupos de submicroestruturas deverão ser posicionados, formados e/ou modelados para criar um efeito óptico (por exemplo, apresentar uma representação de uma imagem a partir da microestrutura). Em alguns exemplos, a interface de entrada de imagem 1202 pode definir o posicionamento e/ou posicionamento relativo dos grupos de submicroestruturas um em relação ao outro, criando, assim, profundidade percebida a um observador. Neste exemplo, o processador de imagem 1206 provê um mapeamento e/ou colocação(s) definidas de grupos de submicroestruturas ao controlador de ferramenta 1204, de modo que o controlador de ferramenta 1204 possa ser usado para prover (por exemplo, superpor) submicroestruturas (por exemplo, estampar submicroestruturas em relevo, direcionar uma ferramenta etc.) sobre uma microestrutura e/ou superfície com múltiplas microestruturas para criar um efeito óptico e/ou uma imagem sobre as mesmas que possa ser vista por um observador.

[0078] Em alguns exemplos, um comparador 1208 verifica as submicroestruturas providas através do controlador de ferramenta 1204 por inspeção visual, usando uma câmera, por exemplo. Em particular, o comparador 1208 pode usar uma imagem provida à interface de entrada de imagem 1202 para uma imagem detectada de uma microestrutura, por exemplo, para verificar se uma representação de uma imagem é provida pela microestrutura através da colocação das submicroestruturas sobre a

microestrutura.

[0079] Embora uma maneira exemplificativa de implementar i sistema de formação de imagem de submicroestrutura 1200 da figura 12 esteja ilustrado nas figuras 13 e 14, um ou mais dos elementos, processos e/ou dispositivos na figura 12 pode ser combinado, dividido, rearranjado, omitido, eliminado e/ou implementado de qualquer outro modo. Além disso, a interface de entrada de imagem exemplificativa 1202, o controlador de ferramenta exemplificativo 1204, o processador de imagem exemplificativo 1206, o comparador exemplificativo 1208 e/ou, mais geralmente, o sistema de formação de imagem de submicroestrutura exemplificativo 1200 da figura 12 podem ser implementados por hardware, software, firmware e/ou qualquer combinação de hardware, software e/ou firmware. Desse modo, por exemplo, qualquer da interface de entrada de imagem exemplificativa 1202, o comparador exemplificativo 1208 e/ou, mais geralmente, o sistema de formação de imagem de submicroestrutura exemplificativo 1200 da figura 12 poderia ser implementado por um ou mais circuito(s) analógicos ou digitais, circuitos lógicos, processador(es) programável, circuitos integrados de aplicação específica (ASICs), dispositivos de lógica programáveis (PLD(s)) e/ou dispositivos de lógica programável de campo (FPLD(s)), Ao ler qualquer das reivindicações de aparelhos ou sistemas desta patente para cobrir uma implementação puramente de software e/ou firmware, pelo menos um da interface de entrada de imagem exemplificativo 1202, o controlador de ferramenta exemplificativo 1204, o processador de imagem exemplificativo 1206, e/ou o comparador exemplificativo 1208 é aqui expressamente definido como incluindo um dispositivo de armazenamento tangível legível por computador ou disco de armazenamento, como uma memória, um disco versátil digital (DVD), um disco compacto (CD), um disco Blu-Ray etc. que armazena o software e/ou firmware . Além disso, o sistema de formação de imagem de submicroestrutura exemplificativo 1200 da figura 12 pode incluir

um ou mais elementos, processos e/ou dispositivos em adição, ou em vez de aqueles ilustrados nas figuras 13 e 14, e/ou pode incluir mais de um de qualquer ou todos os elementos, processos e dispositivos ilustrados.

[0080] Fluxogramas representativos de métodos exemplificativos para implementar o sistema de formação de imagem de submicroestrutura 1200 da figura 12 estão mostrados nas figuras 13 e 14. Nestes exemplos, os métodos podem ser implementados pelo uso de instruções legíveis por máquina que compreendem um programa para execução por um processador, como o processador 1512 mostrado na plataforma de processador exemplificativa 1500 explicada abaixo em relação à figura 15. O programa pode ser incorporado a software armazenado em um meio de armazenamento tangível, como um CD-ROM, um disquete, um disco rígido, um disco versátil digital (DVD), um disco Blu-Ray, ou uma memória associada ao processador 1512, mas o programa inteiro e/ou partes do mesmo poderiam, alternativamente, ser executados por outro dispositivo que não o processador 1512 e/ou incorporado em firmware ou hardware dedicados. Além disso, embora o programa exemplificativo esteja descrito com referência aos fluxogramas ilustrados nas figuras 13 e 14, muitos outros métodos de implementação do sistema de formação de imagem de submicroestrutura exemplificativo 1200 podem, alternativamente, ser usados. Por exemplo, a ordem de execução dos blocos pode ser mudada, e/ou alguns dos blocos descritos podem ser mudados, eliminados ou combinados.

[0081] Como mencionado acima, os métodos exemplificativos das figuras 13 e 14 podem ser implementados usando instruções codificadas (por exemplo, instrução legível por computador e/ou máquina) armazenadas em um meio de armazenamento tangível legível por computador, como um disco rígido, uma memória flash, uma memória somente de leitura (ROM), um disco compacto (CD), um disco versátil digital (DVD), um cache, uma memória de acesso aleatório (RAM) e/ou qualquer outro dispositivo de

armazenamento ou disco de armazenamento, no qual informação é armazenada por qualquer prazo (por exemplo, por longos períodos de tempo, permanentemente, por breves instantes, para armazenamento temporário em buffer, e/ou para armazenamento em cache da informação). Como usado aqui, o termo meio de armazenamento tangível legível por computador é expressamente definido como incluindo qualquer tipo de dispositivo de armazenamento legível por computador e/ou disco de armazenamento e excluindo propagação de sinais e meios de transmissão. Como usado aqui, “meio de armazenamento tangível legível por computador” e “meio de armazenamento tangível legível por máquina” são usados intercambiavelmente. Alternativa ou adicionalmente os métodos exemplificativos das figuras 13 e 14 podem ser implementados usando instruções codificadas (por exemplo, instruções legíveis por computador e/ou máquina) armazenadas em um meio não transitório legível por computador e/ou máquina, como um unidade de disco rígido, uma memória flash, uma memória somente de leitura, um disco compacto, um disco versátil digital (DVD), um cache, uma memória de acesso aleatório e/ou qualquer outro dispositivo de armazenamento ou disco de armazenamento, no qual a informação é armazenada por qualquer duração (por exemplo, por períodos longos, permanentemente, por breves instantes, para armazenamento temporário em buffer, e/ou para armazenamento em cache da informação). Como usado aqui, o termo mídia legível por computador não transitória é expressamente definida como incluindo qualquer tipo de dispositivo de armazenamento legível por computador e/ou disco de armazenamento, e excluindo propagação de sinais e meios de transmissão. Como usado aqui, quando a frase “pelo menos” é usada como termo de transição em um preâmbulo de reivindicação, ele é de limite aberto, da mesma maneira que o termo “compreendendo” é de limite aberto.

[0082] A figura 13 é um fluxograma representativo de um método

exemplificativo que pode ser usado para implementar os exemplos descritos aqui. O método exemplificativo começa no bloco 1300, onde uma microestrutura (por exemplo, as microestruturas 300, 400, 600, 700, 1010) está sendo formada (por exemplo, extrudada e/ou usinada) e preparada para receber submicroestruturas e/ou múltiplos grupo de microestruturas superpostos a uma ou mais superfícies da microestrutura para definir um padrão (por exemplo, um padrão de submicroestruturas superposto a uma microestrutura) que apresenta uma representação de uma imagem, que pode ser percebida por uma pessoa e/ou recebida por uma interface de entrada de imagem, como a interface de entrada de imagem 1202 da figura 12 (bloco 1300).

[0083] Uma ferramenta é alinhada com uma superfície da microestrutura com base nos dados de um processador de imagem, como o processador de imagem 1206 da figura 12 (bloco 1302). Por exemplo, um cilindro de formação a rolo, como o cilindro 902, é alinhado com a microestrutura (por exemplo, a microestrutura 906) por um controlador de ferramenta, como o controlador de ferramenta 1204 da figura 12. A ferramenta do exemplo ilustrado pode ser alinhada através de meios visuais e/ou carregamento mecânico (por exemplo, mola carregada contra a microestrutura quando ela estiver sendo extrudada etc.). Em alguns exemplos, a microestrutura é movida e/ou posicionada para ficar apropriadamente alinhada em relação à ferramenta. Em outros exemplos, rolos de usinagem (por exemplo, os rolos 1006, 1008) de um equipamento de gravação em relevo, como o equipamento de gravação em relevo 1002, são alinhados via meios visuais e/ou mecânicos a uma microestrutura quando a microestrutura está sendo extrudada (por exemplo, um processo secundário sequencial para formar as submicroestruturas).

[0084] Em seguida, a ferramenta provê um primeiro grupo de submicroestruturas sobre a microestrutura (bloco 1304). Neste exemplo, o

primeiro grupo de submicroestruturas é formado sobre a microestrutura por gravação em relevo. Em alguns exemplos, uma força colocada sobre uma ferramenta de gravação em relevo é variada para ajustar o grau pelo qual a microestrutura é gravada em relevo e/ou gravada em relevo em diferentes localizações da microestrutura. Em alguns exemplos, uma velocidade linear da microestrutura e/ou uma velocidade rotacional de um rolo de gravação em relevo (por exemplo, o rolo 902) é variada para controlar o grau pelo qual as submicroestruturas são providas à microestrutura em diferentes localizações da microestrutura, por exemplo.

[0085] Em seguida, a ferramenta é movida para outra posição e/ou alinhada (por exemplo, alinhada com outra porção da microestrutura) por um controlador de ferramenta como o controlador de ferramenta 1204 descrito acima em relação à figura 12 (bloco 1306). Uma vez que a ferramenta tenha sido realinhada e/ou movida, a ferramenta é usada para prover um segundo grupo de microestruturas sobre a microestrutura (bloco 1308). Alternativamente, uma ferramenta adicional pode ser usada para prover o segundo grupo de submicroestruturas à microestrutura. Em alguns exemplos, o segundo grupo de submicroestruturas pode ser alinhado e/ou modelado de modo diferente do primeiro grupo de submicroestruturas para criar um efeito óptico.

[0086] Em seguida, é determinado se grupos de submicroestruturas adicionais devem ser adicionados (bloco 1310). Esta determinação pode ocorrer pela determinação de quanto da microestrutura precisa ser provida com submicroestruturas para apresentar uma imagem, por exemplo. Em particular, um comparador, como o comparador 1208 pode ser usado para comparar as submicroestruturas presentes sobre a microestrutura para a imagem, que deve ser apresentada, para determinar se submicroestruturas e/ou grupos de submicroestruturas adicionais precisam ser adicionados. Se submicroestruturas adicionais tiverem que ser adicionadas (bloco 1310), o

processo é repetido e o controle retorna para o bloco 1300. Se submicroestruturas adicionais não tiverem que ser adicionadas (bloco 1310), o processo termina (bloco 1312).

[0087] A figura 14 é outro fluxograma representativo de outro método exemplificativo que pode ser usado para implementar os exemplos descritos aqui. O processo começa no bloco 1400, no qual uma imagem (por exemplo, uma imagem representando um logotipo) deve ser representada por uma superfície tendo microestruturas juntamente com porções que são relativamente planas. Primeiro, a imagem a ser aplicada à superfície é recebida por uma interface de imagem, como a interface de entrada de imagem 1202 descrita acima em relação à figura 12 (bloco 1404). Em seguida, grupos de submicroestruturas (por exemplo, um padrão de submicroestruturas) são providos sobre, ou, próximo à superfície, com base em instruções de um processador de imagem, como processador de imagem 1206 e/ou um controlador de ferramenta, como o controlador de ferramenta 1204 da figura 12 (bloco 1406).

[0088] As submicroestruturas e/ou os grupos de submicroestruturas são verificados (1408). Em alguns exemplos, um sistema de inspeção, como um sistema baseado em câmera, verifica se as submicroestruturas e/ou grupos de submicroestruturas são verificadas (bloco 1108 submicroestruturas estão apropriadamente providos à microestrutura (por exemplo, por verificação visual). Alternativa ou adicionalmente, o grau pelo qual as submicroestruturas foram providas (por exemplo, estampadas em relevo) sobre a superfície é determinado e/ou verificado (por exemplo, área superficial da microestrutura coberta, altura e/ou profundidade das submicroestruturas etc.).

[0089] Em seguida, é determinado se imagens ou porções de imagens adicionais devem ser providas à superfície (bloco 1410). Esta determinação pode ocorrer pela determinação de quanto da microestrutura precisa ser provida com submicroestruturas para apresentar uma imagem, por exemplo.

Em particular, um comparador, como o comparador 1208, pode ser usado para comparar as submicroestruturas presentes com uma imagem, para determinar se imagens adicionais precisam ser adicionadas à superfície. Caso imagens adicionais ou porções de imagens devam ser adicionadas à superfície (bloco 1410), o processo é repetido e o controle retorna ao bloco 1400. Caso imagens adicionais não devam ser adicionadas à superfície (bloco 1410), o processo termina (bloco 1412).

[0090] A figura 15 é um diagrama de bloco de uma plataforma de processador exemplificativa 1500, capaz de executar instruções para implementar os métodos das figuras 13 e 14 para implementar o sistema de formação de imagem de submicroestrutura 1200 da figura 12. A plataforma de processador 1500 pode ser, por exemplo, um servidor, um computador pessoal, um dispositivo móvel (por exemplo, um telefone celular, um smartphone, um tablete, como um iPad™, um assistente pessoal digital (PDA), um aplicativo de Internet, um estampilha de vídeo digital, um set top box, ou qualquer outro tipo de dispositivo de computação.

[0091] A plataforma de processador 1500 do exemplo ilustrado inclui um processador 1512. O processador 1512 do exemplo ilustrado é hardware. Por exemplo, o processador 1512 pode ser implementado por um ou mais circuitos integrados, circuitos lógicos, microprocessadores ou controladores de qualquer família ou fabricante desejado.

[0092] O processador 1512 do exemplo ilustrado inclui uma memória local 1513 (por exemplo, um cache). Neste exemplo, o processador 1512 inclui ainda a interface de entrada de imagem 1202, o controlador de ferramenta 1204, o processador de imagem 1206 e o comparador 1208. O processador 1512 do exemplo ilustrado fica em comunicação com uma memória principal incluindo uma memória volátil 1514 e uma memória não volátil 1516 via um barramento 1518. A memória volátil 1514 pode ser implementada por memória síncrona dinâmica de acesso aleatório (SDRM),

memória de acesso dinâmico aleatório (DRAM), memória de acesso dinâmico aleatório RAMBUS (RDRAM) e/ou qualquer tipo de dispositivo de memória de acesso aleatório. A memória não volátil 1516 pode ser implementada por memória flash e/ou qualquer outro tipo desejado de dispositivo de memória. Acesso à memória principal 1514, 1516 é controlado por um controlador de memória.

[0093] A plataforma de processador 1500 do exemplo ilustrado inclui ainda um circuito de interface 1520. O circuito de interface 1520 pode ser implementado por qualquer tipo de interface padrão, como uma interface Ethernet, um barramento serial universal (USB), e/ou uma interface expressa PCI.

[0094] No exemplo ilustrado, um ou mais dispositivos de entrada 1522 são conectados ao circuito de interface 1520. O(s) dispositivo(s) de entrada 1522 permite que um usuário entre com dados e comandos no processador 1512. O(s) dispositivo(s) de entrada pode ser implementado, por exemplo, por um sensor de áudio, um microfone, uma câmera (de instantâneo ou vídeo), um teclado, um botão, um mouse, uma tela de toque, um dispositivo sensível ao toque, uma esfera móvel, isoponto e/ou sistema de reconhecimento de voz.

[0095] Um ou mais dispositivos de saída 1524 também são conectados ao circuito de interface 1520 do exemplo ilustrado. Os dispositivos de saída 1524 podem ser implementados, por exemplo, por dispositivos de exibição (por exemplo, diodo emissor de luz (LED), diodo emissor de luz orgânico (OLED), visor de cristal líquido, uma tela de toque, um dispositivo de saída tátil, uma impressora e/ou alto-falantes). O circuito de interface 1520 do exemplo ilustrado, desse modo, inclui, tipicamente, uma placa de driver gráfico, um chip de driver gráfico ou um processador de driver gráfico.

[0096] O circuito de interface 1520 do exemplo ilustrado inclui ainda

um dispositivo de comunicação, como um transmissor, um receptor, um transceptor, um modem e/ou placa de interface de rede para facilitar a troca de dados com máquinas externas (por exemplo, dispositivos de computação de qualquer tipo) via uma rede 1526 (por exemplo, uma conexão Ethernet, uma linha de assinante digital (DSL), uma linha telefônica, cabo coaxial, um sistema de telefone celular etc.),

[0097] A plataforma de processador 1500 do exemplo ilustrado inclui também um ou mais dispositivos de armazenamento de massa 1528 para armazenar software e/ou dados. Exemplos desses dispositivos de armazenamento de massa 1528 incluem unidades de disquetes, unidade de discos rígidos, unidades de disco compacto, unidades de disco Blu-ray, sistemas RAID, e unidades de disco versátil digital *DVD).

[0098] Instruções codificadas 1532 para implementar os métodos das figuras 13 e 14 podem ser armazenadas no dispositivo de armazenar de massa 1528, na memória volátil 1514, na memória não volátil 1516, e/ou no meio de armazenar removível tangível de leitura por computador, como um CD ou DVD.

[0099] Embora certos métodos, aparelhos e artigos exemplificativos de fabricação tenham sido descritos aqui, o escopo de cobertura desta patente não está limitado aos mesmos. Pelo contrário, esta patente cobre todos os métodos, aparelhos e artigos de fabricação razoavelmente abrangidos pelo escopo das reivindicações desta patente. Embora aeronaves sejam descritas, os métodos e aparelhos exemplificativos podem ser aplicados a outros veículos, embarcações, estruturas aerodinâmicas etc.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para criar um efeito óptico, caracterizado pelo fato de que compreende:

uma microestrutura aerodinâmica (600) definindo uma superfície externa de um veículo, a microestrutura aerodinâmica (600) compreendendo:

primeiras cristas de microestrutura (602) com uma ponta geralmente em forma triangular (604) e uma superfície (606) da crista (602);

segundas cristas de microestrutura (610) que se estendem através de uma base da microestrutura (600) entre primeiras cristas de microestruturas (602) adjacentes, em que as segundas cristas de microestrutura (610) têm dimensões menores do que as primeiras cristas de microestrutura (602); e,

um padrão de submicroestruturas superpostas sobre as segundas cristas de microestrutura (610) para controlar reflexos e/ou variar graus de refletividade que podem ser causados pelas microestruturas para apresentar uma representação de uma imagem;

em que o padrão de submicroestruturas compreende um primeiro grupo de submicroestruturas tendo uma primeira propriedade de refletividade e um segundo grupo de submicroestruturas tendo uma segunda propriedade de refletividade diferente da primeira propriedade de refletividade;

em que o segundo grupo de submicroestruturas tem diferentes formas ou orientações em comparação com o primeiro grupo de submicroestruturas; e,

em que as segundas cristas de microestrutura (610) têm dimensões maiores do que as submicroestruturas.

2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o segundo grupo de submicroestruturas tem espaçamentos

diferentes em comparação com o primeiro grupo de submicroestruturas.

3. Aparelho de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o padrão de submicroestruturas compreende submicroestruturas e porções relativamente planas da superfície externa.

4. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que os espaçamentos entre as submicroestruturas do padrão de submicroestruturas são, aproximadamente, iguais a um comprimento de onda de luz.

5. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que as superfícies de submicroestruturas do padrão de submicroestruturas são revestidas com um revestimento refletivo.

6. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que espaçamentos entre submicroestruturas do padrão de submicroestruturas são menores do que cerca de 0,4 microns.

7. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente, uma camada colorida próxima à superfície externa.

8. Método para criar um efeito óptico, caracterizado pelo fato de que compreende:

prover uma microestrutura aerodinâmica (600) compreendendo primeiras cristas de microestrutura (602) com uma ponta geralmente em forma triangular (604) e uma superfície (606) da crista (602);

prover segundas cristas de microestrutura (610) que se estendem através de uma base da microestrutura (600) entre primeiras cristas de microestruturas (602) adjacentes, em que as segundas cristas de microestrutura (610) têm dimensões menores do que as primeiras cristas de microestrutura (602);

prover um primeiro grupo de submicroestruturas sobre uma superfície externa de uma microestrutura, o primeiro grupo de

submicroestruturas tendo uma primeira propriedade refletiva nas segundas cristas de microestrutura (610); e,

prover um segundo grupo de submicroestruturas tendo uma segunda propriedade refletiva sobre, ou, próximo às primeiras cristas de microestrutura (602) e às segundas cristas de microestrutura (610), a segunda propriedade refletiva sendo diferente da primeira propriedade refletiva, em que o segundo grupo de submicroestruturas é orientado, espaçado, modelado ou alinhado de modo diferente do primeiro grupo de submicroestruturas para controlar reflexos e/ou variar graus de refletividade causados pelas microestruturas para criar um efeito óptico;

em que as segundas cristas de microestrutura (610) têm dimensões maiores do que as submicroestruturas.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a superfície externa abrange uma pluralidade de microestruturas.

10. Método de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que a provisão do primeiro e segundo grupos de submicroestruturas compreende gravar em relevo submicroestruturas sobre a superfície externa.

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, caracterizado adicionalmente pelo fato de que compreende alinhar uma ferramenta para prover o primeiro grupo de submicroestruturas, e realinhar ou mover a ferramenta para prover o segundo grupo de submicroestruturas.

12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizado pelo fato de que distâncias entre submicroestruturas do primeiro ou segundo grupos de submicroestruturas variam entre cerca de 0,4 e 0,7 microns.

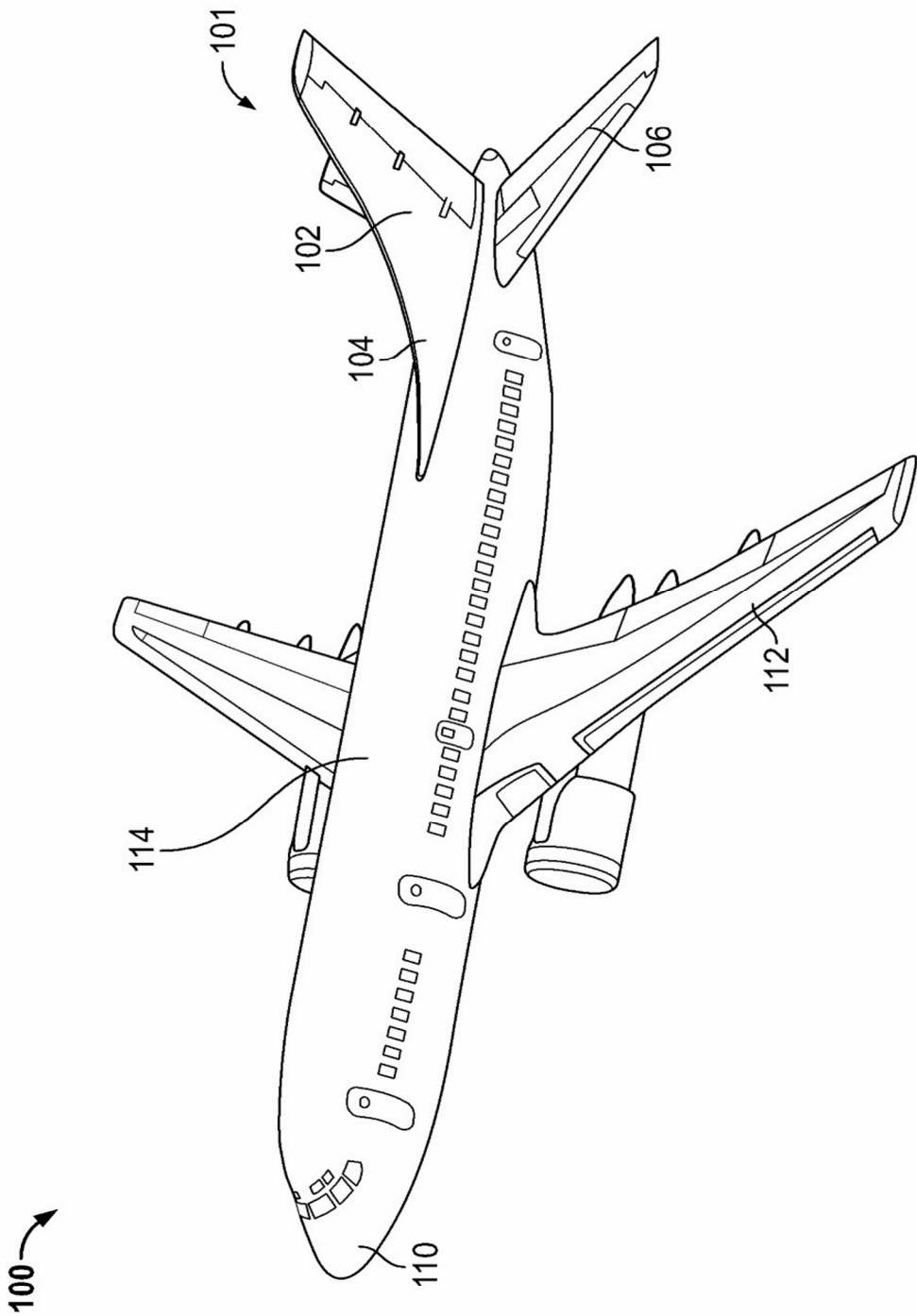


FIG. 1

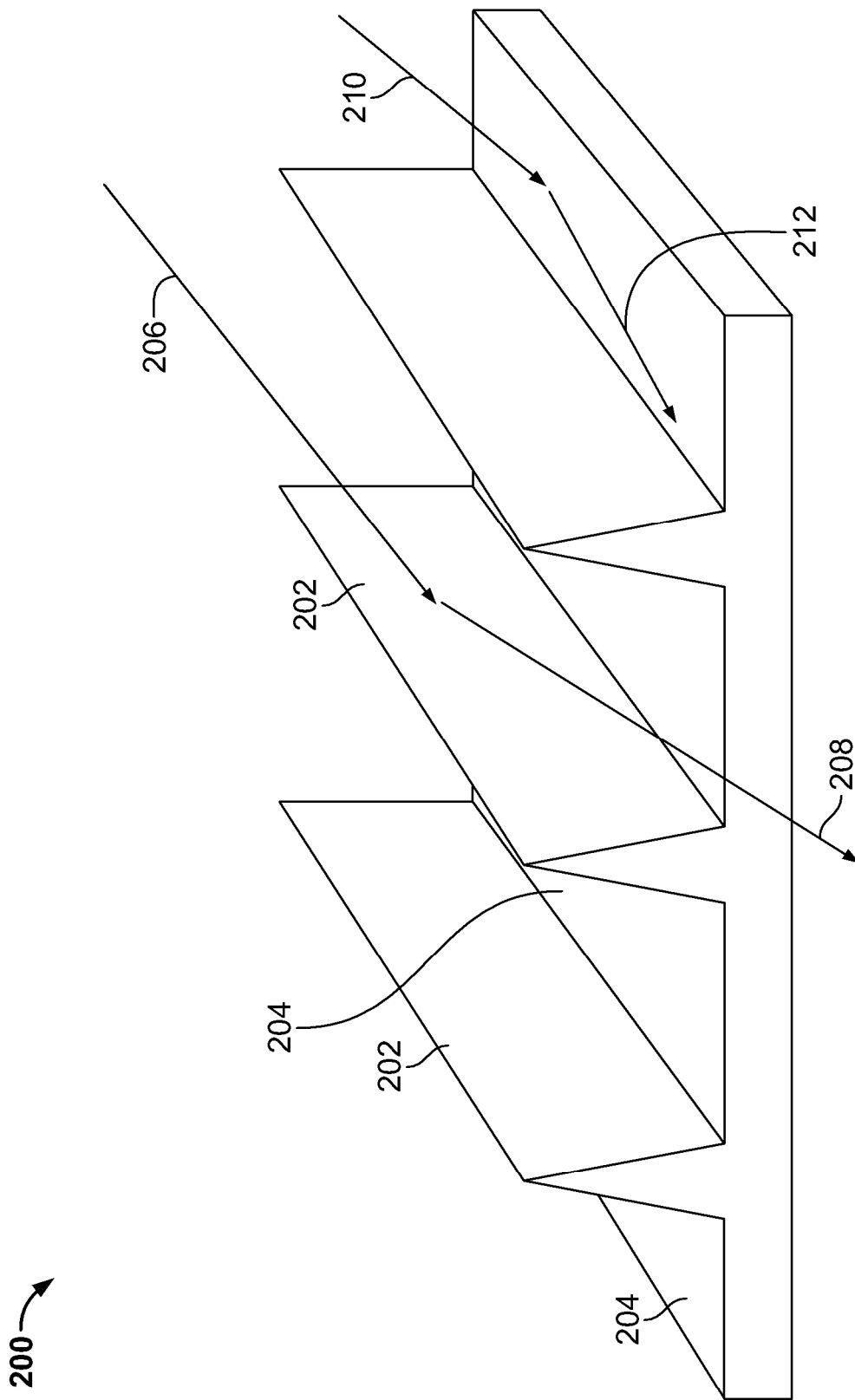


FIG. 2

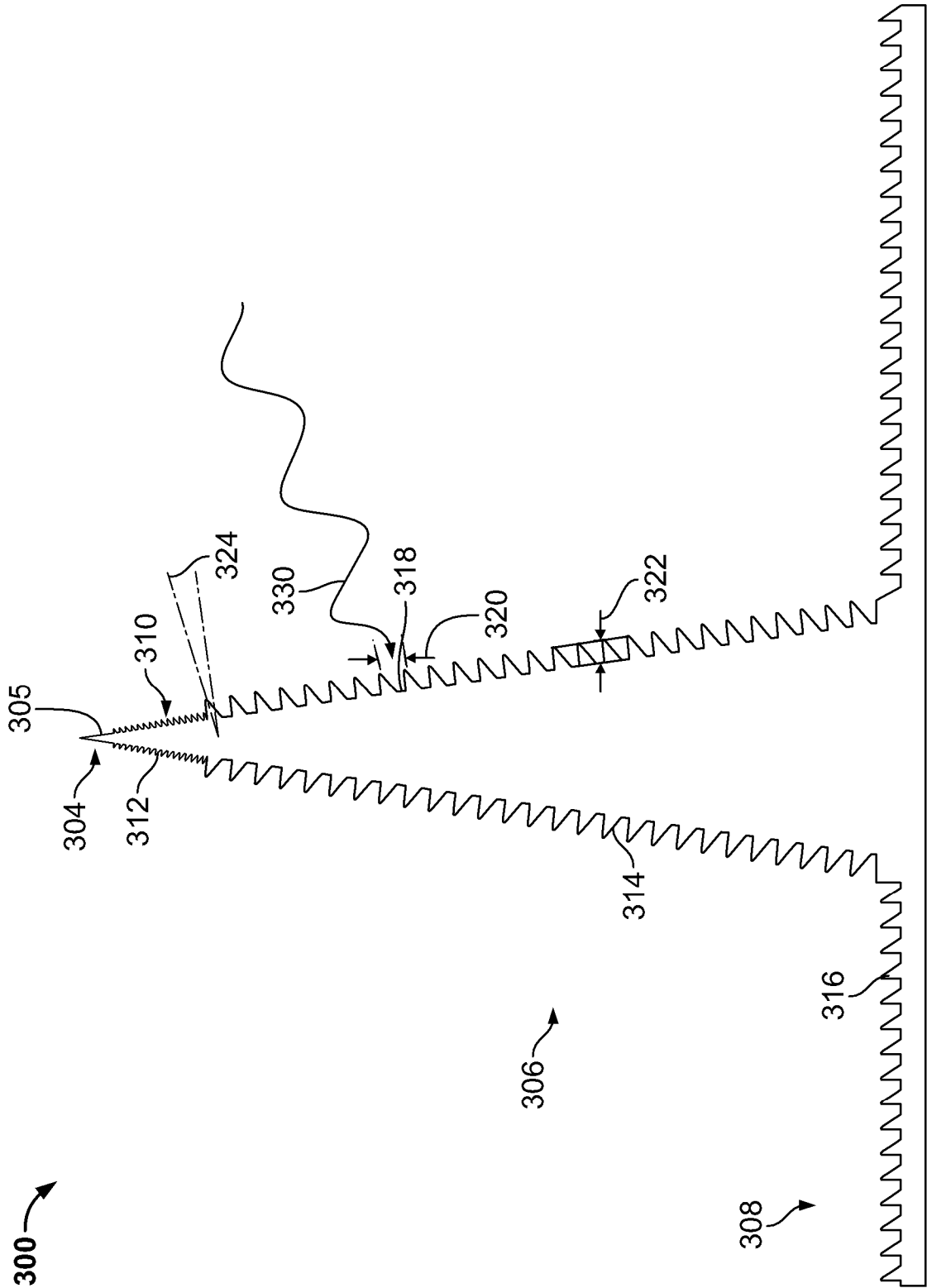


FIG. 3

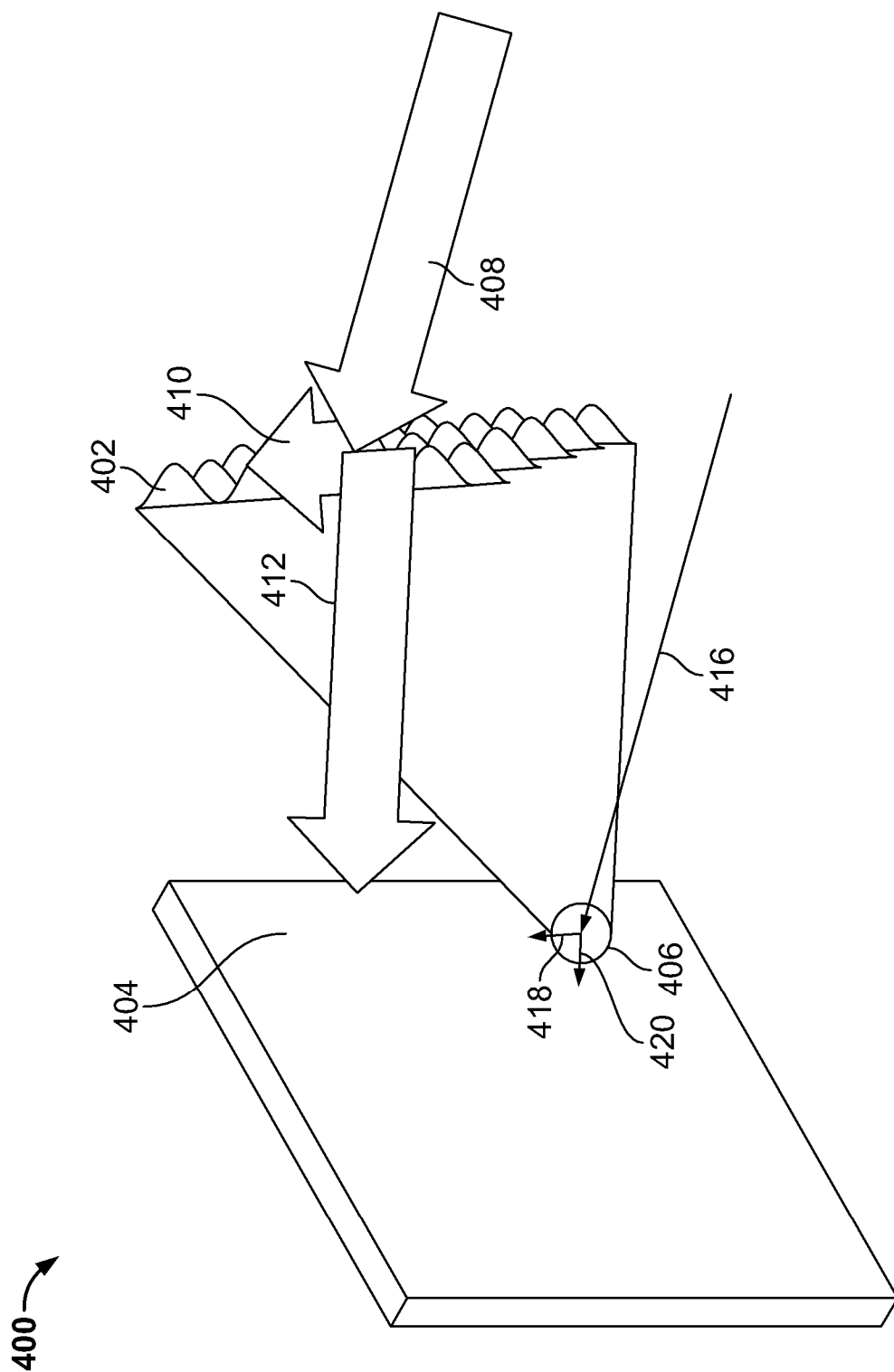


FIG. 4

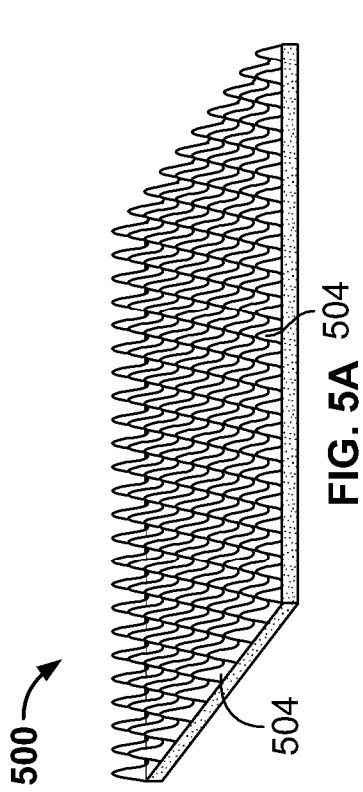


FIG. 5A

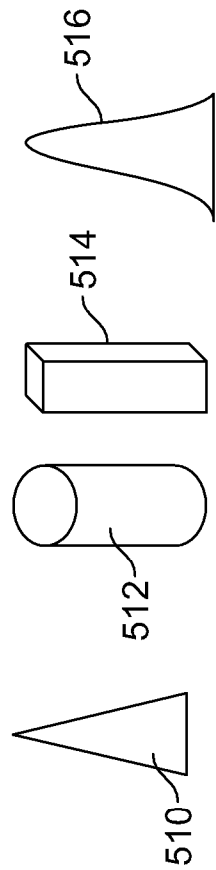


FIG. 5B

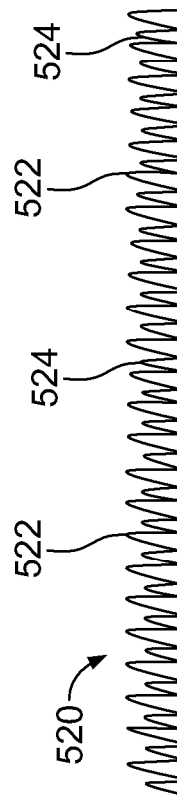


FIG. 5C

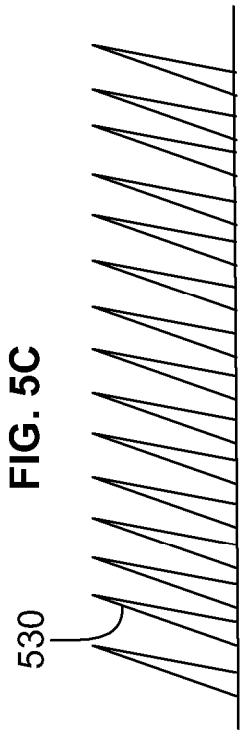


FIG. 5D

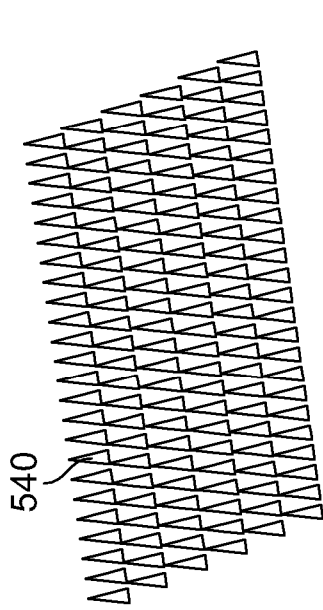


FIG. 5E

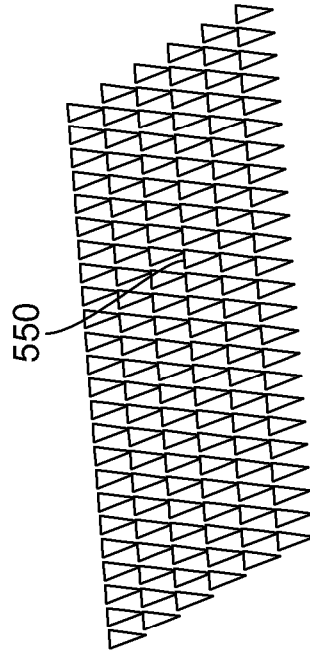


FIG. 5F

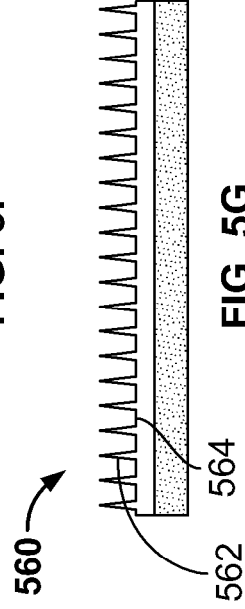


FIG. 5G

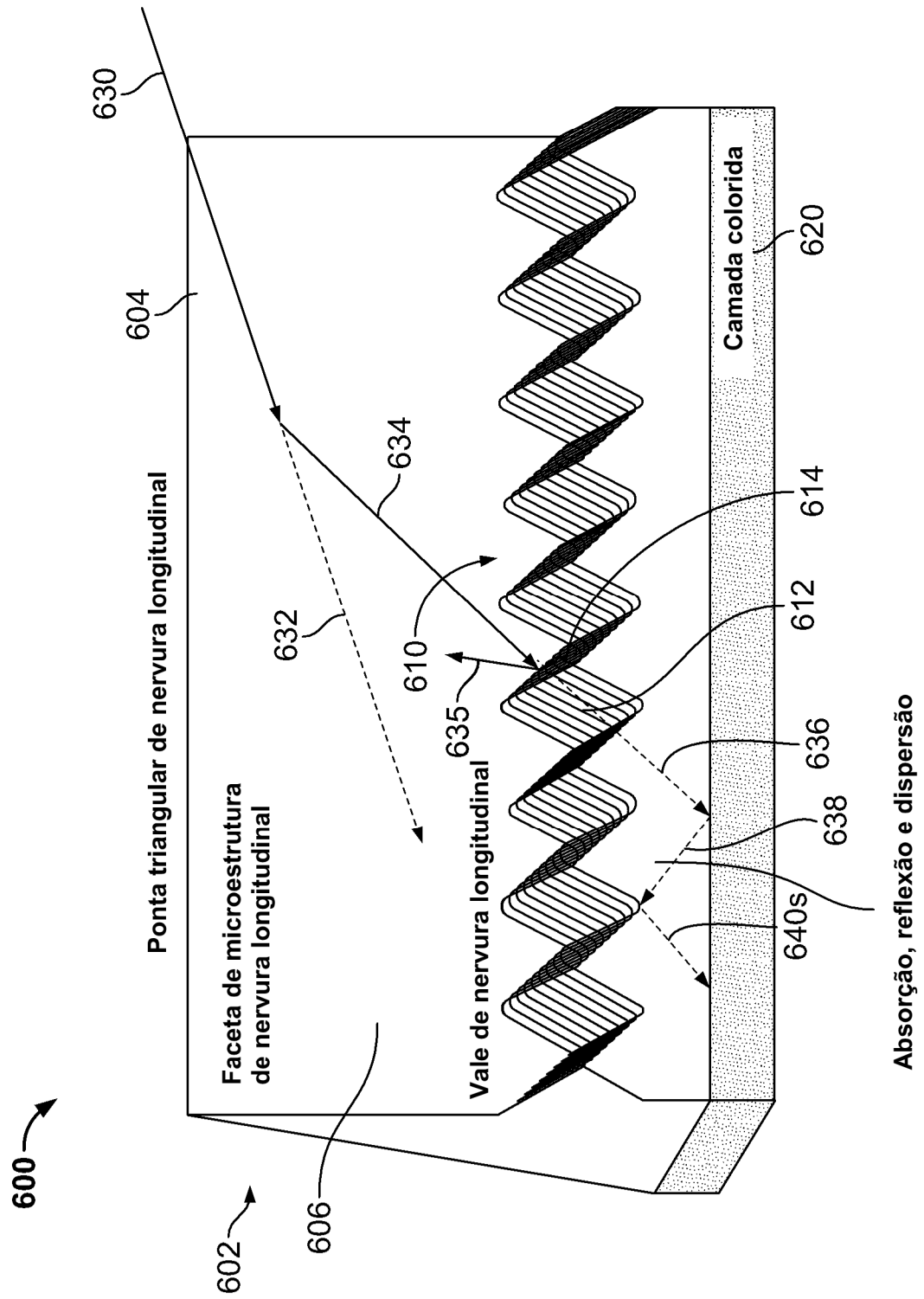


FIG. 6

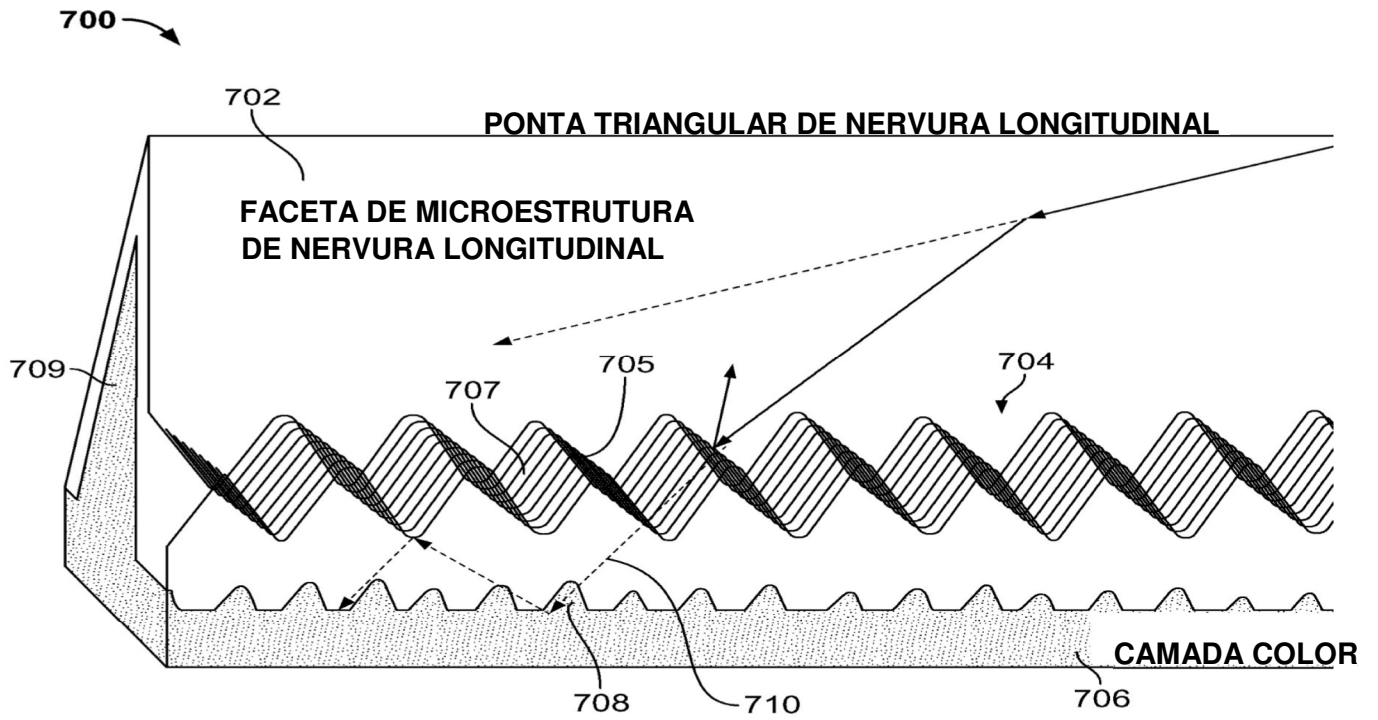
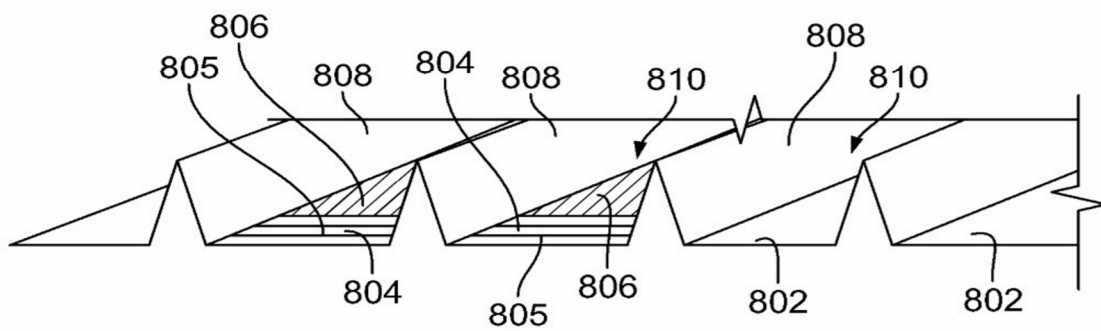
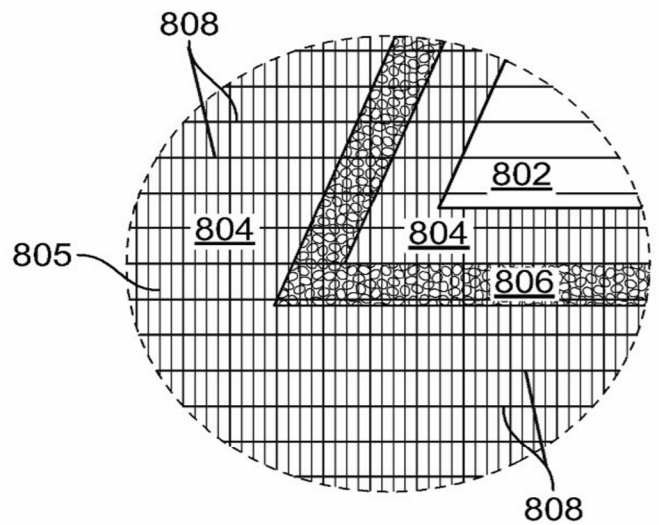
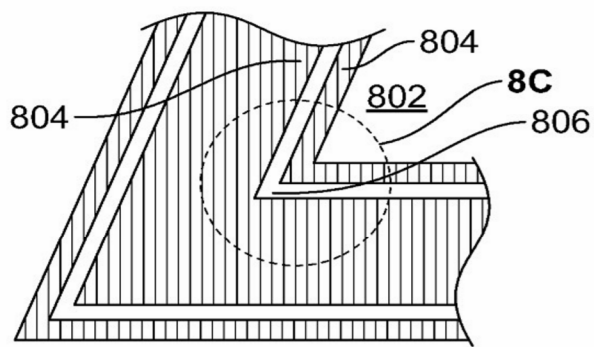


FIG. 7



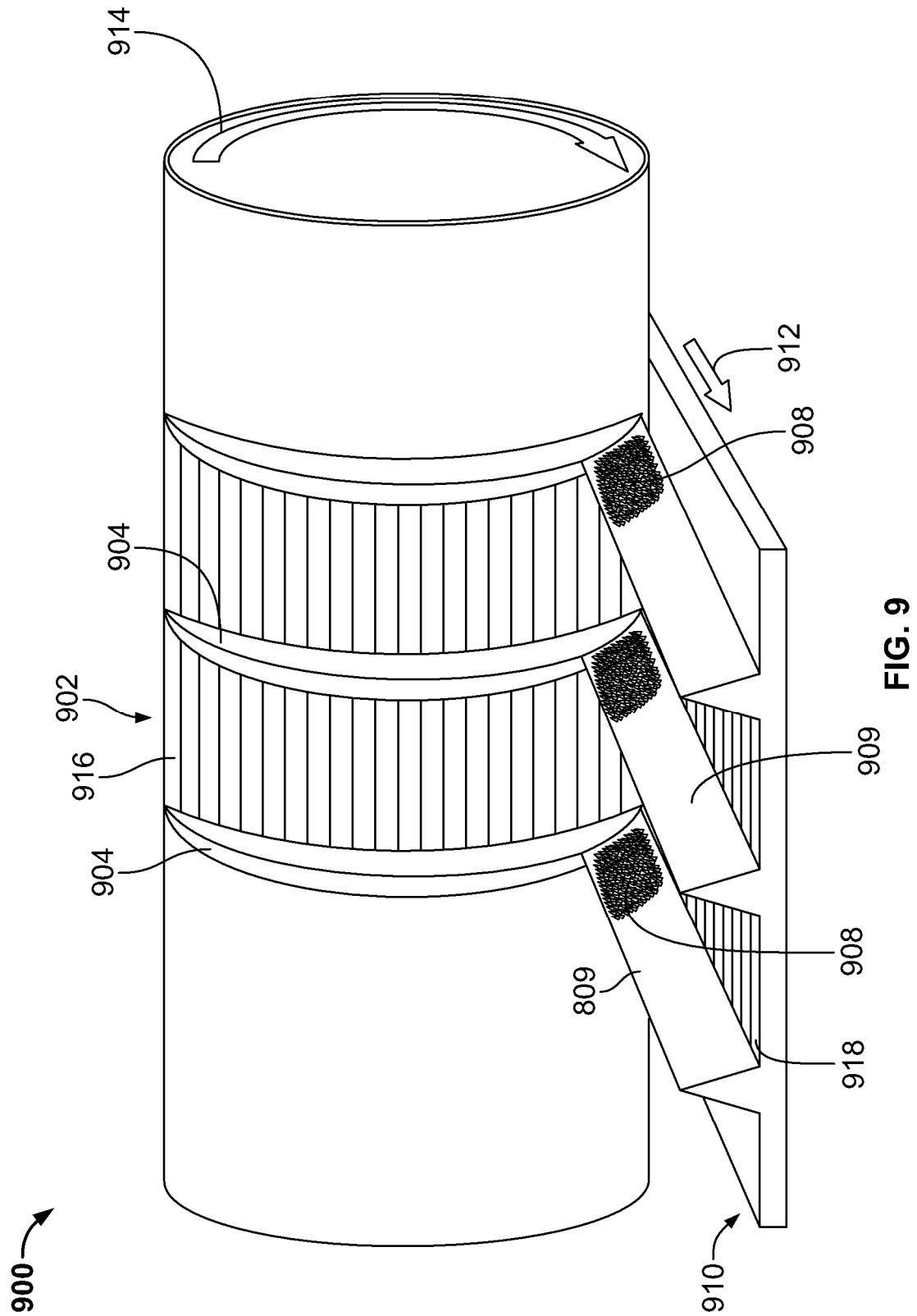


FIG. 9

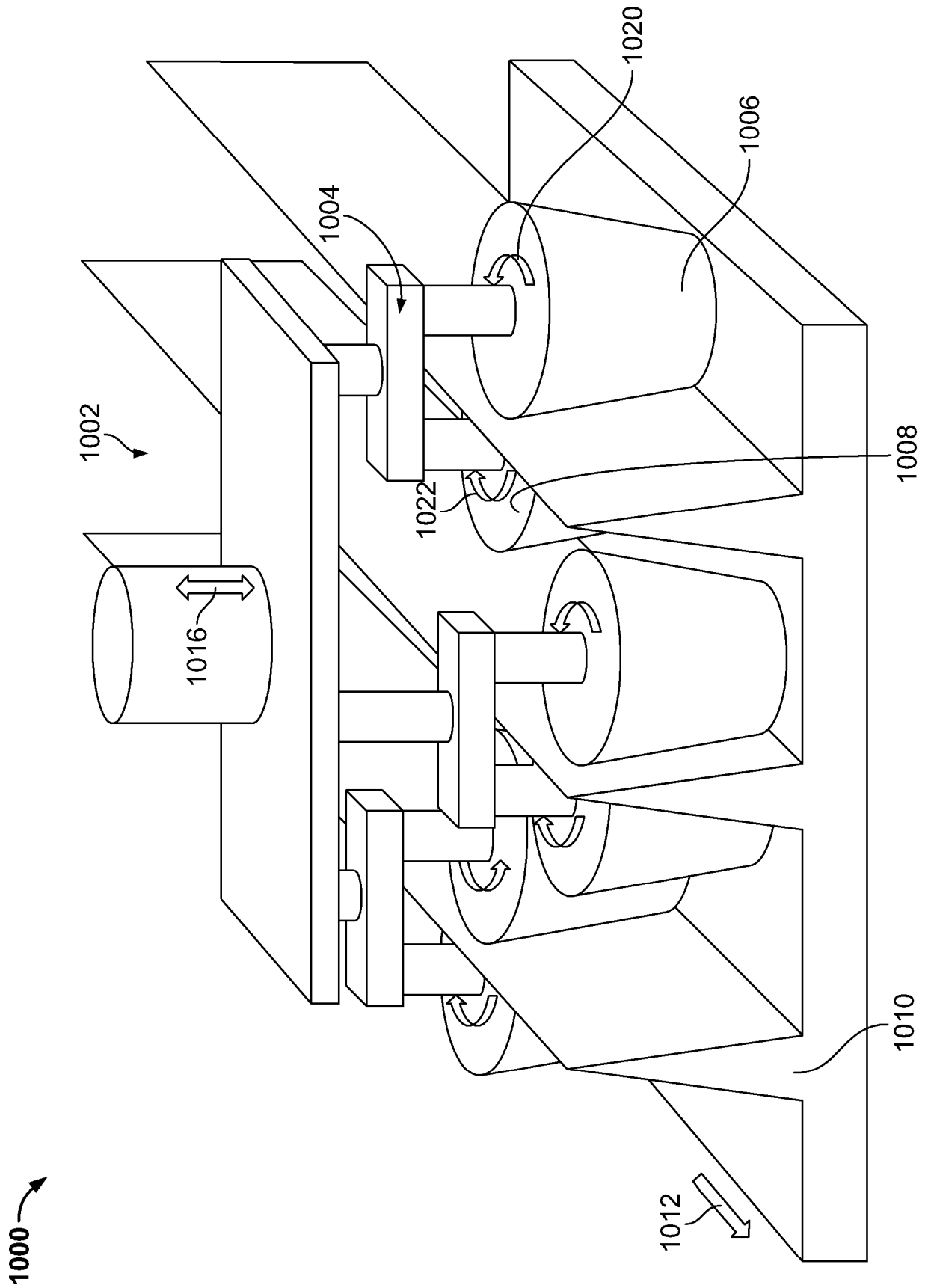


FIG. 10

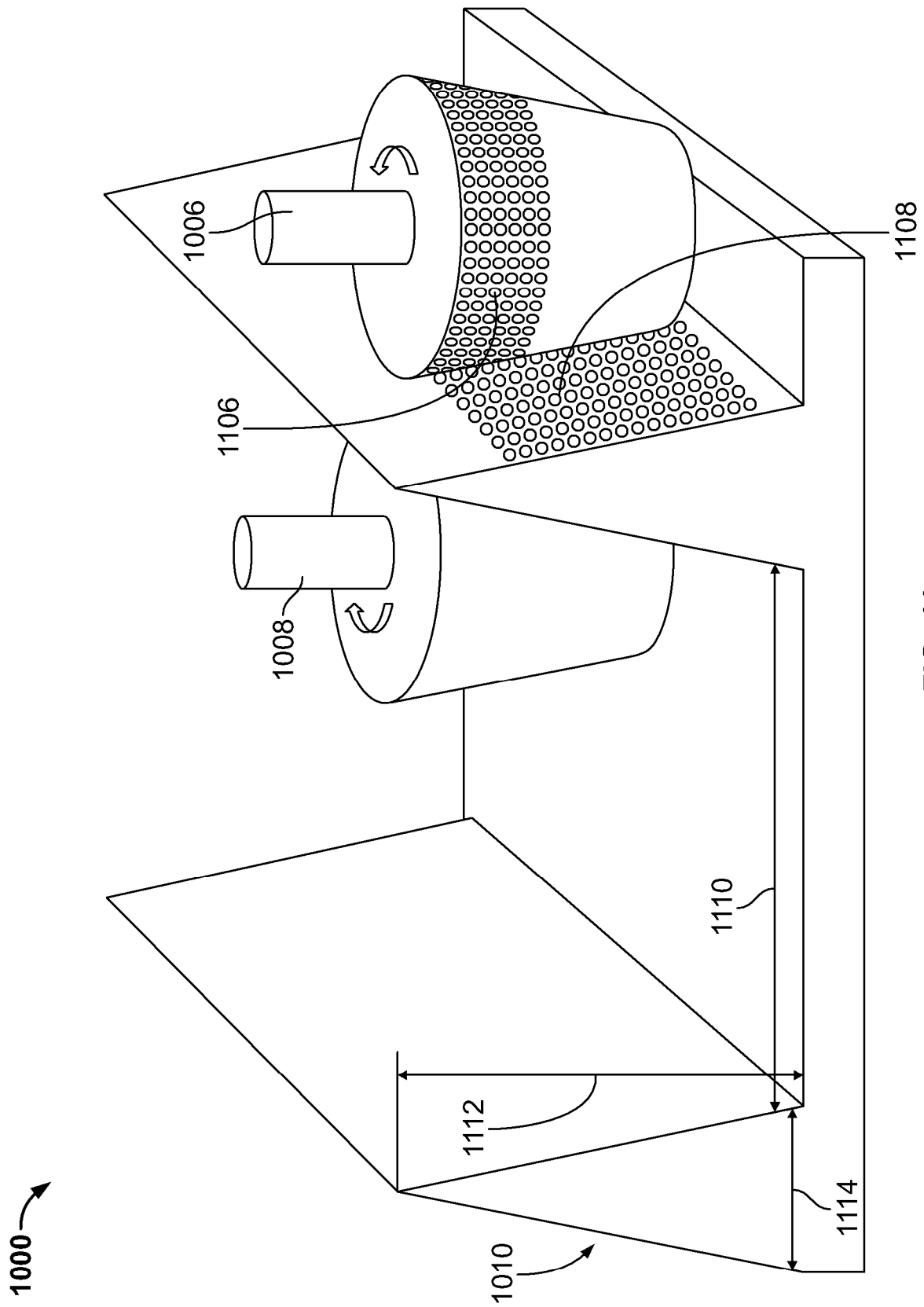


FIG. 11

1200

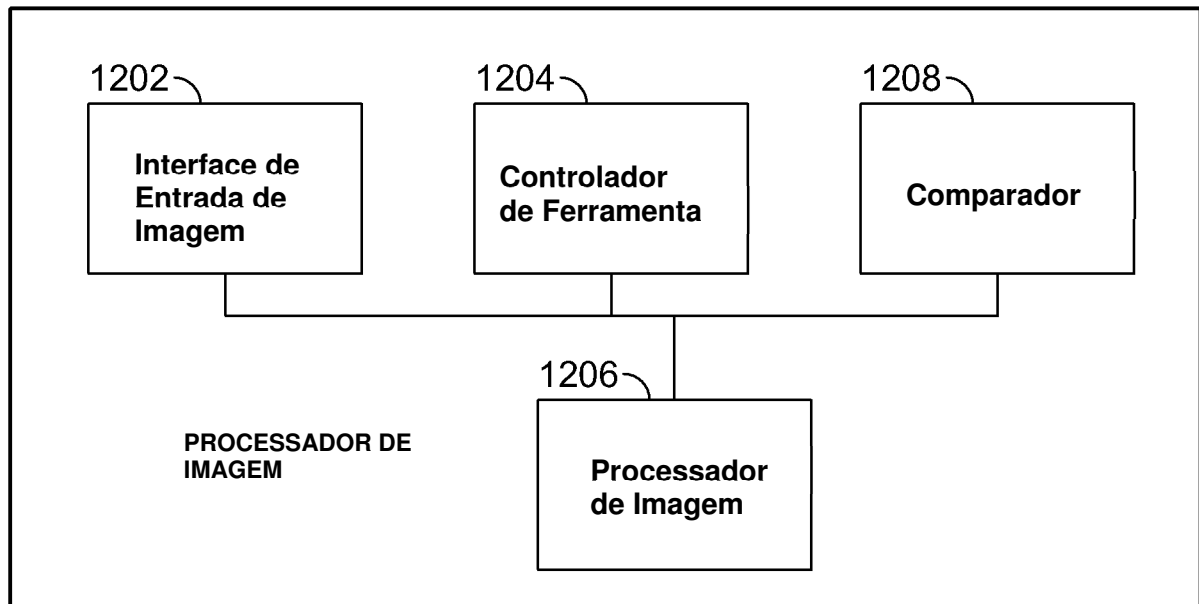


FIG. 12

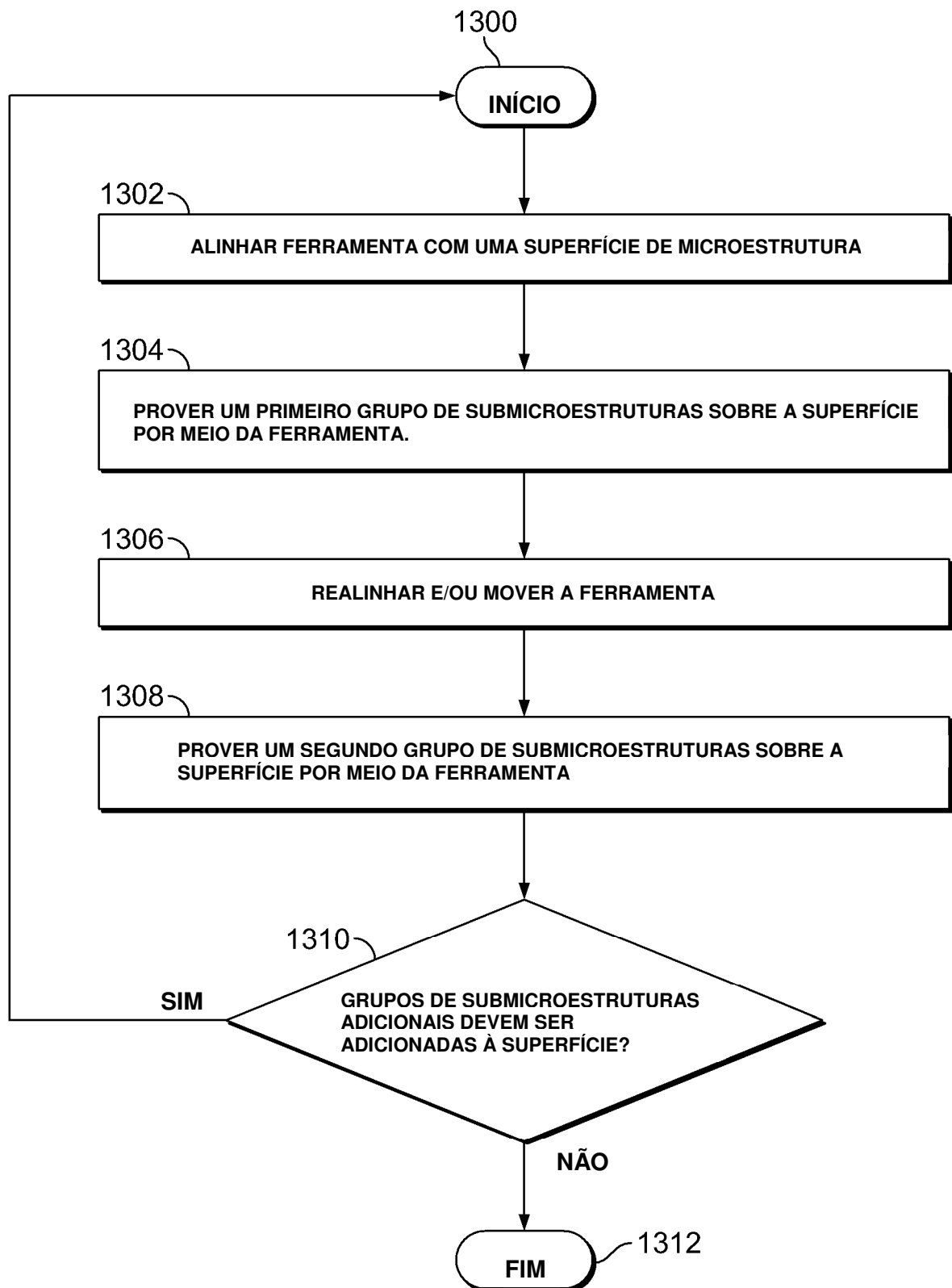


FIG. 13

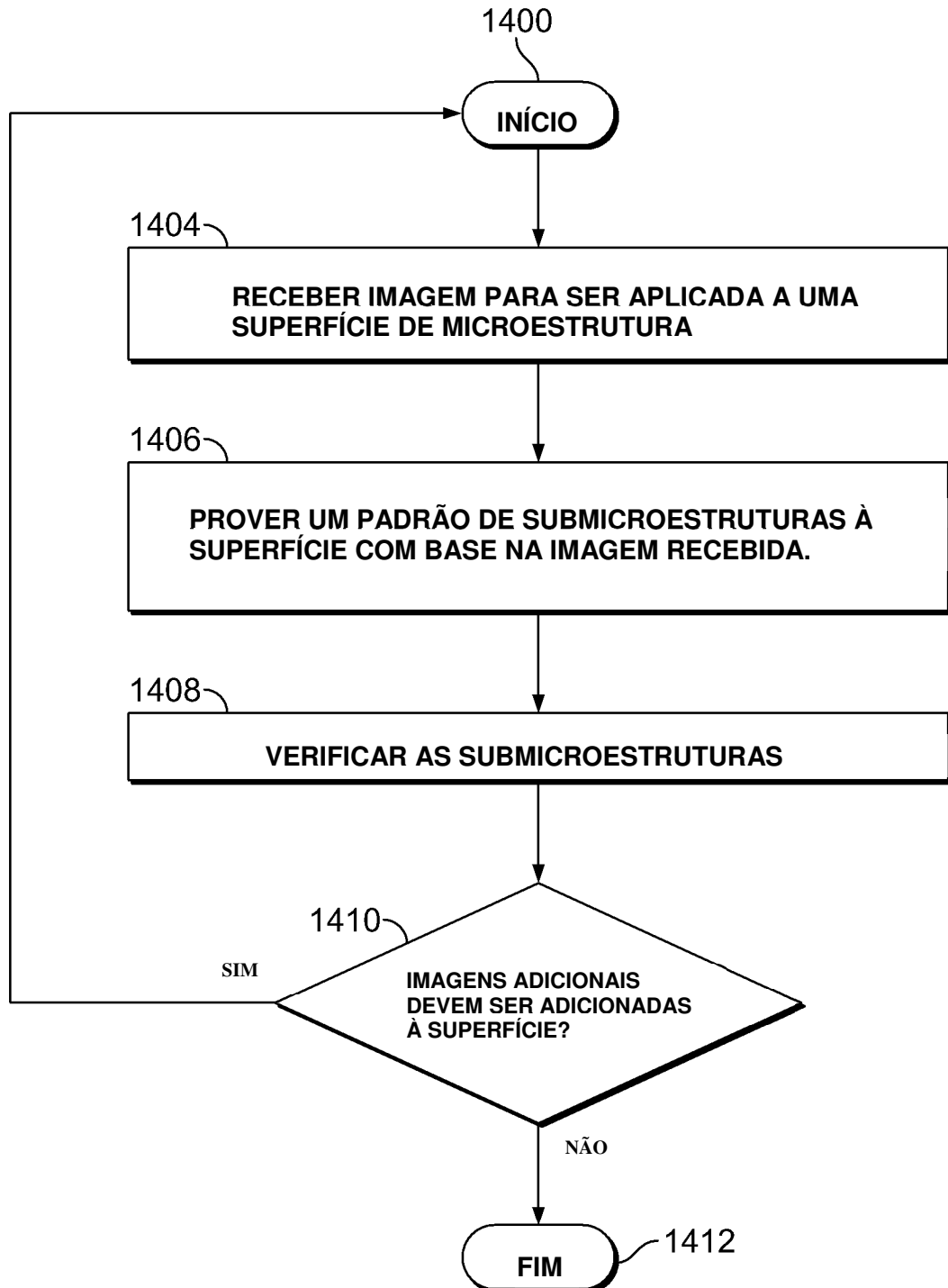


FIG. 14

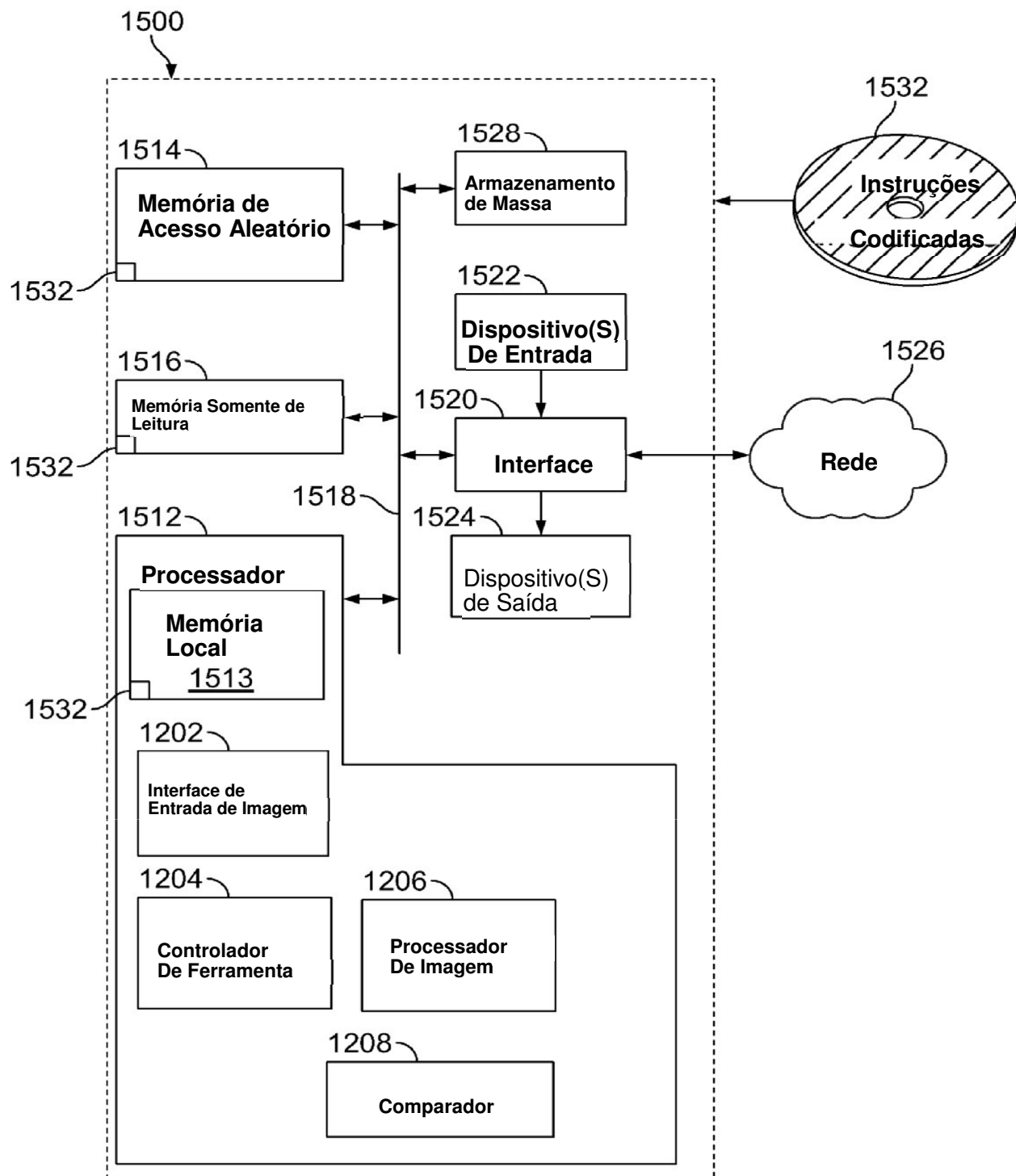


FIG. 15