



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

(11) PI 0914453-6 B1



(22) Data do Depósito: 22/10/2009

(45) Data de Concessão: 18/02/2020

(54) Título: LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA E MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UMA LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA

(51) Int.Cl.: G02B 5/122.

(30) Prioridade Unionista: 22/10/2008 US 61/107,586.

(73) Titular(es): 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY.

(72) Inventor(es): KENNETH L. SMITH; JAMES R. IMBERTSON; JOHN A. WORRELL; JOHN C. KELLIHER; SIDNEY A. ELLINGSTAD.

(86) Pedido PCT: PCT US2009061699 de 22/10/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/048416 de 29/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/04/2011

(57) Resumo: LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA E MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UMA LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA A presente invenção refere-se em geral a laminação retrorrefletiva e aos moldes e métodos usados para se produzir laminação retrorrefletiva. Os moldes de microreplicação e a laminação incluem uma estrutura de superfície ou opacidade controlada. A estrutura de superfície ou opacidade pode ser introduzida, por exemplo, através de gravação por corrosão química da superfície do molde e/ou galvanoplastia.

“LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA E MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UMA LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA”

CAMPO DA TÉCNICA

[001] O presente pedido refere-se a laminação e aos moldes e métodos usados para se produzir laminação retrorrefletiva.

ANTECEDENTES

[002] Materiais retrorrefletivos são caracterizados pela habilidade de redirecionar luz incidente no material de volta na direção de origem da fonte de luz. Esta propriedade tem levado ao uso comum de laminação retrorrefletiva para uma variedade de usos de trânsito e segurança pessoal. Laminação retrorrefletiva é comumente empregada em uma variedade de artigos, como por exemplo, placas de estrada, barricadas, placas de automóveis, marcadores de pavimento e fitas de marcação, bem como fitas reflectivas para veículos e vestuário.

[003] Dois tipos conhecidos de laminação retrorrefletiva são laminação à base de microesferas e laminação prismática. Laminação à base de microesferas, as vezes chamada de laminação "globular", emprega diversas microesferas tipicamente pelo menos parcialmente embebidas em uma camada aglutinante e que têm materiais refletivos especulares ou difusos associados (por exemplo, partículas de pigmento, flocos de metal ou revestimentos de vapor, etc.) a luz incidente retrorrefletida. Devido a geometria simétrica dos retrorrefletores globulares, a laminação à base de microesferas tem o mesmo total de retorno de luz independente da orientação, *isto é*, quando girado ao redor de um eixo normal a superfície da laminação. Portanto, tal laminação à base de microesferas tem uma sensibilidade relativamente baixa a orientação a qual a laminação é colocada sobre uma superfície. Em geral, entretanto, tal laminação tem uma eficiência retrorreflexiva mais baixa que a laminação prismática.

[004] A laminação prismática retrorrefletiva, às vezes chamada de laminação "prismática", compreende, tipicamente, uma camada transparente delgada que tem uma primeira superfície substancialmente plana e uma segunda superfície estruturada que compreende uma pluralidade de estruturas geométricas, algumas ou todas das quais incluem três faces reflexivas configuradas como um elemento prismático.

[005] A lâmina prismática retrorrefletiva é comumente produzida primeiro pela fabricação de um molde-mestre que tem uma superfície estruturada, sendo que tal superfície estruturada corresponde tanto à geometria do elemento prismático desejado na lâmina acabada ou à cópia negativa (invertida) da mesma, dependendo do fato da lâmina acabada ter saliências prismáticas ou reentrâncias prismáticas (ou ambas). O molde é, então, replicado usando qualquer técnica adequada como a eletroformação convencional de níquel para produzir moldes para formação de lâmina prismática retrorrefletiva por processos como gofragem, extrusão ou molde-e-cura. A patente U.S. nº 5.156.863 (Pricone et al.) fornece uma visão ilustrativa de um processo para formação de um molde usado na fabricação de uma laminação retrorrefletiva prismática. Métodos conhecidos para fabricação do molde mestre incluem técnicas de agrupamento de pinos, técnicas de usinagem diretas, e técnicas que empregam lâminas. Métodos disponíveis para comercialização pra produção de laminação prismática microreplicada incluem, por exemplo, a patente U.S. nº 7.410.604 (Erickson), a Publicação de Patente PCT Nº 2007124217 (Thakkar), a patente U.S. nº 6.200.399 (Thielman), e a patente U.S. nº 5.691.846 (Benson). Estes processos de microreplicação produzem uma laminação retrorrefletiva com estruturas prismáticas que foram precisamente e fielmente replicadas a partir de um molde microestruturado que tem uma imagem negativa da estrutura prismática desejada.

[006] Laminação retrorrefletiva prismática é conhecida pelo

retorno de uma ampla porção de luz incidente em direção a fonte (Smith, K. Driver-Focused Design of Retroreflective Sheeting For Traffic Signs, em Transportation Research Board 87th Annual Meeting: Compendium of Papers DVD, Washington, DC, EUA, 2008). Diversos produtos disponíveis comercialmente dependem de uma retrorrefletância relativamente alta (retorno de luz em direção a fonte) fornecida por microestruturas prismáticas para se alcançar especificações de retrorrefletância (por exemplo, retrorrefletância (R_A) ou brilho na faixa de 300 a 1.000 candela por lux por metro quadrado (cpl) para um ângulo de observação de 0,2 graus e um ângulo de entrada de -4), como os tipos ASTM III, VII, VIII, IX e X, conforme descrito na ASTM D 4956-04, e o tipo XI.

[007] Entretanto, as microestruturas prismáticas não têm sido usadas em produtos destinados a alcançar especificações de retrorrefletância inferiores (*por exemplo*, R_A na faixa de 70 a 250 cpl para um ângulo de observação de 0,2 graus e um ângulo de entrada de -4 para laminação branca), como os tipos ASTM I e II, conforme descrito na ASTM D 4956-04. Ao invés disso, produtos do tipo ASTM I e II comercialmente disponíveis utilizam microesferas de vidro embebidas em múltiplas camadas de materiais poliméricos como os elementos ópticos. Um revestimento reflexivo especular, tipicamente alumínio depositado a vácuo, está situado atrás das microesferas de vidro, próximo ao ponto focal de luz para permitir retrorreflexão.

SUMÁRIO

[008] Os processos de fabricação envolvidos na produção de laminação com rebordo que satisfaz as especificações de retrorrefletância inferiores, como os tipos ASTM I e II, tipicamente envolvem fundição por solvente, e os processos gerais envolvem múltiplas e demoradas operações de revestimento com solvente e à vácuo. Estas múltiplas operações causam um aumento na perda de continuidade de saída sem erros e resíduos sólidos

maiores. Adicionalmente, os solventes que são removidos dos revestimentos poliméricos são, às vezes, liberados na atmosfera. Mais frequentemente, a inaceitabilidade ambiental destes solventes exige que os fabricantes os convertam termicamente em dióxido de carbono e vapor d'água antes da liberação atmosférica, o que consome muito tempo e é muito caro. Enquanto menos prejudicial ao meio-ambiente que os solventes originais, dióxido de carbono é um gás de efeito estufa crescentemente indesejável. Como um todo, os processos convencionais para produção de laminação retrorrefletiva que utilizam microesferas de vidro são demorados, ineficientes em energia, e geram quantidades consideráveis de resíduos sólidos e gasosos indesejáveis ao meio-ambiente.

[009] Em contraste, os processos comumente usados para se produzir comercialmente laminação prismática microreplicada são mais simples em conceito e são menos nocivos ambientalmente. Especificamente, estes processos apresentam um tempo de ciclo de processamento menor e uma continuidade de saída sem erros maior. Processos de microreplicação também são, em geral, livres de solvente, eliminando substancialmente as preocupações quanto a emissões atmosféricas, bem como um consumo de energia inadequado durante a fabricação. Estas vantagens fazem com que a microreplicação seja um processo preferencial a partir de ambos pontos de vista ambiental e de eficiência de fabricação.

[010] Consequentemente, os inventores da presente aplicação buscam usar o processo de microreplicação mais eficiente para formar uma laminação que atende às especificações de retrorrefletância inferior, como os tipos ASTM I e II, ou especificações mundiais equivalentes.

[011] Os inventores da presente aplicação também buscam uma redução da retrorrefletância de controle (R_T e R_A) para laminação prismática através da introdução de estruturas de superfície ou texturização do molde

usado no processo de microreplicação. A estrutura de superfície é microreplicada na laminação prismática e é particularmente adequada na redução da retrorrefletância ao longo de uma ampla gama de ângulos de observação. Esta redução controlada da retrorrefletância permite à laminação prismática se conformar com, por exemplo, as especificações dos tipos ASTM I e II, enquanto mantém os benefícios associados ao processo de microreplicação. Em algumas modalidades, a estrutura de superfície também é introduzida na superfície de topo da laminação para modificar adicionalmente a angularidade de observação e a retrorrefletância. Uma opacidade ou estrutura de superfície controlada é introduzida no molde de microreplicação usando-se, por exemplo, dois métodos diferentes. O primeiro método é gravação por corrosão química da superfície do molde e o segundo método é uma galvanoplastia de curta duração.

[012] Algumas modalidades da presente aplicação referem-se a uma laminação retrorrefletiva que compreende um conjunto de elementos prismáticos, sendo que a um ângulo de entrada de -4 graus a laminação apresenta um coeficiente angular de retrorrefletância fracional entre cerca de 3% e cerca de 15%, a um ângulo de observação de cerca de 0,5 graus.

[013] Algumas modalidades da presente aplicação referem-se a laminação retrorrefletiva, que compreende um conjunto de elementos prismáticos que exibe um brilho médio a 0° e 90° de orientação, de acordo com a ASTM D4596-09, entre cerca de 70 candelas/lux/m² e cerca de 250 candelas/lux/m², para um ângulo de entrada de -4° e um ângulo de observação de $0,2^\circ$, sendo que a laminação tem uma cor que é ou branca ou prateada.

[014] Algumas modalidades da presente aplicação descrevem a laminação retrorrefletiva, que compreende: um conjunto de elementos prismáticos que têm uma aspereza de superfície média entre cerca

de 0,0005 microns e cerca de 0,0060 microns.

[015] Algumas modalidades da presente aplicação referem-se a um artigo que compreende pelo menos um elemento prismático truncado que é texturizado para incluir uma textura de superfície. Em algumas modalidades, o artigo compreende um molde. Em algumas modalidades, o artigo é uma réplica positiva ou negativa de um molde. Em algumas modalidades, a replicação é uma laminação retrorrefletiva que compreende um conjunto de elementos prismáticos. Em algumas modalidades, a replicação é uma laminação retrorrefletiva que compreende um conjunto de cavidades prismáticas.

[016] Algumas modalidades da presente aplicação referem-se a um método de produção de laminação retrorrefletiva que tem um brilho médio a 0° e 90° de orientação, de acordo com a ASTM D4596-09, entre cerca de 70 candelas/lux/m² e 250 candelas/lux/m² para um ângulo de entrada de -4° e um ângulo de observação de $0,2^\circ$, que compreende texturização da superfície de um molde que é replicada para formar a laminação retrorrefletiva. Em algumas modalidades, a etapa de texturização é afetada pelo desbaste. Em algumas modalidades, o desbaste é afetado por gravação por corrosão química. Em algumas modalidades, a etapa de texturização é afetada por galvanização. Em algumas modalidades, a galvanização envolve galvanoplastia. Em algumas modalidades, a laminação tem uma cor branca ou prateada

[017] Algumas modalidades da presente aplicação referem-se a um método de produção de laminação retrorrefletiva que diminui o retorno de luz sobre toda a faixa de ângulos de observação.

[018] Os métodos e moldes inovadores aqui descritos permitem a formação de uma laminação que tem propriedades ópticas e físicas inovadoras.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[019] As figuras 1a, 1b, 1c e 1d são micrografias por varredura eletrônica (SEMs) mostrando uma porção do molde produzido de acordo com os Exemplos Comparativos A, G, H e I, respectivamente, a uma ampliação de 3.000x.

[020] As figuras 2a, 2b, 2c e 2d são SEMs mostrando uma porção do molde produzido de acordo com os Exemplos Comparativos A, G, H e I, respectivamente, a uma ampliação de 10.000x.

[021] As figuras 3a e 3b são SEMs mostrando uma porção do molde produzido de acordo com os Exemplos J e K, respectivamente, a uma ampliação de 3.000x.

[022] As figuras 4a e 4b são SEMs mostrando uma porção do molde produzida de acordo com os Exemplos Comparativos J e K, respectivamente, a uma ampliação de 10,000x.

[023] As figuras 5a, 5b e 5c são SEMs mostrando uma porção do molde gravado produzido de acordo com o Exemplo F, respectivamente, a ampliações de 1.000x, 3.000x e 10.000x.

[024] As figuras 6a, 6b e 6c são SEMs mostrando uma porção do molde folheado produzido de acordo com o Exemplo E, respectivamente, a ampliações de 1.000x, 3.000x e 10.000x.

[025] A figura 7 é uma imagem de tela de um perfilador de superfície mostrando a aparência 3D de uma face do cubo e os dados de aspereza de uma porção em seção transversal da face do cubo.

[026] A figura 8 é um gráfico mostrando os dados de aspereza de superfície originais e filtrados a partir do molde, feito conforme descrito no Exemplo Comparativo A.

[027] A figura 9 é um gráfico mostrando os dados de aspereza de superfície originais e filtrados da figura 7 para o molde feito conforme

descrito no Exemplo C.

[028] A figura 10 é um gráfico mostrando a desempenho óptica de diversos tipos de laminação comercialmente disponíveis.

[029] A figura 11a mostra o coeficiente angular de %Rt para o filme do Exemplo Comparativo A1 em comparação com o filme do Exemplo Comparativo B. A figura 11b mostra o coeficiente angular de %Rt para o filme do Exemplo C em comparação com o filme do Exemplo D. A figura 11c mostra o coeficiente angular de %Rt para o filme do Exemplo C em comparação com o filme do Exemplo Comparativo A1. A figura 11d mostra o coeficiente angular de %Rt para o filme do Exemplo D, em comparação com o filme do Exemplo Comparativo B.

[030] As figuras 12a e 12b são gráficos mostrando, respectivamente, o coeficiente angular de %Rt e %Rt dos moldes feitos nos Exemplos Comparativos A1, E, F e C, respectivamente.

[031] As figuras 13a e 13b são gráficos mostrando, respectivamente, o coeficiente angular de %Rt e %Rt, respectivamente, dos moldes feitos nos Exemplos Comparativos A1, G, H e I.

[032] As figuras 14a e 14b são gráficos mostrando, respectivamente, o coeficiente angular de %Rt e %Rt, respectivamente, dos moldes feitos nos Exemplos Comparativos A1, J e K.

[033] A figura 15a é um gráfico mostrando o Ra da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito no Exemplo Comparativo A e no Exemplo Comparativo B. A figura 15b é um gráfico mostrando o Ra da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito no Exemplo C e no Exemplo Comparativo A. A figura 15c é um gráfico mostrando o Ra da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito nos Exemplos C e D. A figura 15d é um gráfico mostrando o Ra da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito no Exemplo D e no Exemplo Comparativo B.

[034] As figuras 16a e 16b são gráficos mostrando, respectivamente, o coeficiente angular de %Rt e %Rt dos moldes feitos nos Exemplos Comparativos A1, L, M e N, respectivamente.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[035] A formação de laminação prismática que atende às especificações de retrorrefletância inferiores, como os tipos ASTM I e II, envolve a alteração das propriedades ópticas e físicas da laminação comercialmente disponíveis atualmente, bem como a formulação de processos inovadores para fabricação das laminação. Especificamente, a retrorrefletividade, ou brilho, da laminação prismática comercialmente disponível atualmente deve ser diminuída. Esta diminuição pode ser afetada, por exemplo, pela formação de estruturas de superfície no molde de microreplicação. A formação destas estruturas no molde resulta na formação de opacidade na laminação. A opacidade na laminação reduz a retrorrefletância da laminação ao longo de uma ampla faixa de ângulos de observação. A formação de estruturas de superfície no molde pode ser afetada por, por exemplo, gravação por corrosão química da superfície do molde ou galvanoplastia de curta duração, cada uma das quais são discutidas em maiores detalhes abaixo. Cubos truncados ou cubos completos podem ser usados nos métodos da presente invenção e aparatos da presente aplicação, mas cubos truncados são preferenciais.

[036] Em geral, desbaste químico do molde envolve colocar o molde (tipicamente um molde de níquel) em contato com a solução de desbaste por uma quantidade de tempo desejada. Quanto mais longa a quantidade de exposição, maior o grau de desbaste no molde. Desta forma, o operador pode controlar o grau de desbaste no molde e, portanto, a quantidade de opacidade na laminação feita usando-se o molde. Desbastar a superfície do molde forma uma laminação que tem uma aparência mais opaca e mais branca

durante luz do dia, em comparação com laminação com rebordo e/ou prismática padrão, comercialmente disponíveis.

[037] Em geral, galvanoplastia do molde (tipicamente um molde de níquel) envolve material de galvanização sobre a superfície do molde e, então, apassivar o molde para replicação subsequente (*por exemplo*, por eletroformação por níquel). O molde replicado será uma réplica positiva ou negativa do molde folheado. Em contraste, a partir de uma operação de eletroformação tradicional e mais similar a um processo de galvanização convencional, ancoragem do metal folheado é preferencial. A quantidade de material depositado no molde determina a alteração no brilho reflexivo (*isto é*, mais material depositado no molde resulta em uma retrorrefletividade menor). A galvanoplastia da superfície do molde forma uma laminação que tem uma aparência mais opaca e mais branca, em comparação com um uma laminação com rebordo e/ou prismática padrão, comercialmente disponível.

[038] Em adição a ou ao invés do gravação por corrosão química e/ou processos de galvanoplastia descritos acima, a estrutura de superfície ou aspereza pode ser introduzida em um filme superior colocado na laminação retrorrefletiva a fim de se reduzir o brilho. Uma variedade de métodos para introdução de estruturas de superfície e intermediárias que alteram a distribuição do retorno de luz são contemplados na literatura, tal como é descrito, por exemplo, no Pedido PCT n° WO9630786, atribuído à Nilsen.

[039] Em algumas modalidades, a laminação retrorrefletiva da presente aplicação pode ser fabricada como um material integral, *isto é*, sendo que os elementos em cubo angular são interconectados em uma camada contínua através da dimensão do molde, os elementos individuais e conexões entre os mesmos compreendendo o mesmo material. A superfície da laminação oposto a superfície microprismática, frequentemente chamada de "camada de contato", pode ser lisa e plana (*por exemplo*, pela introdução de

um filme liso ou através do uso de placas lisas em uma prensa de modelagem por compactação) ou pode ser tornada áspera ou texturizada, tal como é descrito acima. A espessura da camada de contato (*isto é*, a espessura que exclui a porção resultante da microestrutura replicada) situa-se, de preferência, entre cerca de 0,125 e cerca de 2,54 mm (0,001 e cerca de 0,100 polegadas) e com mais preferência entre cerca de 0,076 e cerca de 0,24 mm (0,003 e cerca de 0,010 polegadas). A fabricação de tal laminação é tipicamente alcançada pela fundição de uma composição de resina fluida no molde e permitindo-se que a composição endureça para formar uma lâmina, tal como é descrito, por exemplo, na patente U.S. nº 7.410.604 (Erickson).

[040] Um composição de resina pode ser usada em combinação com a laminação da presente aplicação. Composições de resina adequadas incluem materiais transparentes que são dimensionalmente estáveis, duráveis, resistentes a condições climáticas, e prontamente formáveis na configuração desejada. Exemplos de materiais adequados incluem acrílicos, que têm um índice de refração de cerca de 1,5, como uma resina da marca Plexiglass produzida pela Rohm and Haas Company, policarbonatos, que têm um índice de refração de cerca de 1,59, materiais reativos como acrilatos termofixos e acrilatos de epóxi, ionômeros à base de polietileno, como aqueles comercializados sob a designação comercial SURLYN, junto à E. I. Dupont de Nemours and Co., Inc., ácido de (poli)etileno-co-acrílico, poliésteres, poliuretano, e butiratos de acetato de celulose. Estes materiais podem incluir, também, corantes, colorantes, pigmentos, estabilizantes de UV, ou outros aditivos.

[041] Um revestimento reflexivo especular, como um revestimento metálico, pode ser colocado nos elementos em cubo angular. O revestimento metálico pode ser aplicado por técnicas conhecidas como o depósito com vapor ou quimicamente um metal como alumínio, prata ou níquel.

Uma camada iniciadora pode ser aplicada a parte posterior dos elementos prismáticos para promover a aderência do revestimento metálico. Além disso, ou em vez de, um revestimento metálico, um filme de vedação pode ser aplicado ao lado posterior dos elementos prismáticos, consulte, por exemplo, as patentes U.S. nº 4.025.159 (McGrath) e 5.117.304 (Huang). A película de vedação mantém uma interface de ar na parte posterior dos cubos, que permite uma reflexão interna total na interface e inibe a entrada de contaminantes como sujeira e/ou umidade. Adicionalmente, uma camada superior de filme separada pode ser utilizada na superfície de visualização da laminação para durabilidade aprimorada (por exemplo, ao ar livre) ou para fornecer uma superfície receptiva a imagem. Um indicativo de tal durabilidade ao ar livre é a manutenção de especificações de brilho suficientes, conforme citado na ASTM D4956-04, após durações estendidas de desgaste por agentes atmosféricos (*por exemplo*, 1 ano, 3 anos). Adicionalmente, a brancura CAP-Y é, de preferência, maior que 20 para um produto branco antes e depois de desgaste por agentes atmosféricos e, com mais preferência, maior que 30.

[042] Uma camada adesiva pode, também, ser disposta atrás dos elementos em cubo angular ou da película de vedação para permitir que a lâmina prismática retrorreflectiva seja presa a um substrato. Substratos adequados incluem madeira, laminação de alumínio, aço galvanizado, materiais poliméricos como metacrilatos de polimetila, poliésteres, poliamidas, fluoretos de polivinila, policarbonatos, cloretos de polivinila, poliuretanos, e uma ampla variedade de laminado produzidos a partir destes e outros materiais.

[043] As laminações da presente aplicação podem ser inclinadas para frente ou para trás, conforme descrito, por exemplo, na patente U.S. nº 4.588.258 (Hoopman) e podem incluir distorção, conforme descrito, por exemplo, na patente U.S. nº 4.775.219 (Appeldorn).

[044] Independentemente de qual método é usado para se

produzir a laminação retrorrefletiva, a laminação da presente aplicação tem certas características ópticas exclusivas. Uma forma de se medir estas características ópticas exclusivas é medir o total de retorno de luz. O total de retorno de luz esperado para uma matriz prismática em par ordenado pode ser calculado a partir da porcentagem de área ativa e intensidade do raio. O total de retorno de luz é definido como o produto da porcentagem de área ativa e a intensidade de raio.

[045] Outra forma de se medir estas características ópticas exclusivas da laminação da presente aplicação envolve medição do coeficiente de retrorreflexão, R_A , que pode ser medido de acordo com método de teste padrão Federal US 370, a -4° de entrada, 0° de orientação, e a vários ângulos de observação. A laminação da presente aplicação satisfaz as especificações de brilho citadas na ASTM D 4956-04 para laminação do tipo I e II.

[046] R_A é, tipicamente, medido a ângulos de observação descontínuos e rateado sobre a região anular entre dois ângulos de observação medidos de modo adjacente. A $\%R_T$ incremental para um dado ângulo de observação é determinada multiplicando-se este R_A médio pela área desta região anular, dividida pelo co-seno do ângulo de entrada. A $\%R_T$ de retrorrefletância fracional é a soma da $\%R_T$ incremental para ângulos de observação entre 0 e o ângulo de observação de interesse (α_{max}). O coeficiente angular de retrorrefletância fracional para um dado ângulo de observação é a $\%R_T$ incremental dividida pela diferença entre ângulos de observação adjacentes.

[047] O brilho da laminação da presente aplicação situa-se, de preferência, entre cerca de 70 e cerca de 250 candelas por lux por metro quadrado (CPL) a um ângulo de observação de $0,2^\circ$ e um ângulo de entrada de -4° . De preferência, isto é para uma média de 0 e 90 graus de orientação.

[048] Em algumas modalidades, a laminação retrorrefletiva da

presente aplicação é branca ou prateada. A cor prateada pode ser conferida pela existência de uma camada metalizada como a camada reflexiva especular da laminação retrorrefletiva prismática. As exigências de desempenho para uma laminação de cor prateada são iguais aquelas para uma laminação de cor branca.

[049] Outra forma de se medir estas características ópticas exclusivas da laminação da presente aplicação envolve medição da retrorrefletância fracional R_T . A retrorrefletância fracional (R_T) é outro parâmetro útil para caracterização da retrorreflexão. A R_T , que é explicada em detalhes na ASTM E808-01, é a fração de fluxo unidirecional iluminando um retrorrefletor que é recebido a ângulos de observação menores que um valor máximo designado, $\alpha_{\max}$. Portanto, a R_T representam a porção de luz sendo retornada dentro de um ângulo de observação máximo determinado, $\alpha_{\max}$. De uma maneira consistente com a ASTM E808-01, a R_T pode ser calculada da seguinte forma:

$$R_T = \int_{\alpha=0}^{\alpha_{\max}} \int_{\gamma=-\pi}^{\pi} \left(\frac{R_a}{\cos^3(\beta)} \right) (\alpha) d\gamma d\alpha$$

onde α é o ângulo de observação (expresso em radianos), γ é o ângulo de apresentação (também expresso em radianos), β é o ângulo de entrada, e R_a é o coeficiente convencional de retrorreflexão expresso em unidades de candelas por lux por metro quadrado. Para propósitos desta aplicação, R_T refere-se a retrorrefletância fracional expressa como um decimal, e $\%R_T$ refere-se a retrorrefletância fracional expressa como uma porcentagem, isto é, $\%R_T = R_T \times 100\%$. Em ambos os casos, a retrorrefletância fracional é adimensional. Como um auxílio gráfico no entendimento da angularidade de observação de uma laminação retrorrefletiva, a retrorrefletância fracional pode ser demarcada como uma função do ângulo de observação máximo, $\alpha_{\max}$. Tal plotagem é mencionada neste documento como uma curva de R_T - $\alpha_{\max}$, ou uma curva de $\%R_T$ - $\alpha_{\max}$.

[050] Outro parâmetro útil para caracterização da retrorreflexão é o coeficiente angular da R_T , que pode ser definido como a mudança na R_T para uma pequena mudança ou incremento no ângulo de observação máximo, $\Delta\alpha_{\max}$. Um parâmetro relacionado, o coeficiente angular da $\%R_T$, pode ser definido como a alteração na $\%R_T$ para uma pequena mudança no ângulo de observação máximo, $\Delta\alpha_{\max}$. Portanto, o coeficiente angular da R_T (ou o coeficiente angular da $\%R_T$) representa o coeficiente angular ou taxa de alteração da curva de R_T - $\alpha_{\max}$ (ou da curva de $\%R_T$ - $\alpha_{\max}$). Para pontos de dados distintos, estas quantidades podem ser estimadas calculando-se a diferença na R_T (ou na $\%R_T$) para dois ângulos de observação máximos diferentes, $\alpha_{\max}$, e dividindo-se esta diferença pelo incremento no ângulo de observação máximo, $\Delta\alpha_{\max}$, expresso em radianos. Quando o $\Delta\alpha_{\max}$ é expresso em radianos, o coeficiente angular da R_T (ou o coeficiente angular da $\%R_T$) é a taxa de alteração por radiano. Alternativamente e para uso na presente invenção, quando o $\Delta\alpha_{\max}$ é expresso em graus, o coeficiente angular da R_T (ou o coeficiente angular da $\%R_T$) é a taxa de alteração por grau no ângulo de observação.

[051] A equação dada acima para a R_T envolve integração do coeficiente de retrorreflexão R_A e outros fatores sobre todos os ângulos de apresentação ($\gamma = -\pi$ para $+\pi$) e sobre uma faixa de ângulos de observação ($\alpha = 0$ para $\alpha_{\max}$). Ao se lidar com pontos de dados distintos, esta integração pode ser realizada usando-se a R_A medida a valores de $\alpha_{\max}$ distintos de um ângulo de observação (0,1 graus) separados por incrementos $\Delta\alpha_{\max}$.

[052] Os objetivos e vantagens da invenção são ilustrados com mais detalhes pelos exemplos apresentados a seguir, mas os materiais específicos e as quantidades dos mesmos mencionadas nesses exemplos, bem como outras condições e detalhes, não devem ser interpretados de maneira a limitar indevidamente as reivindicações.

EXEMPLOS**EXEMPLO COMPARATIVO A**

[053] Um mestre foi preparado conforme descrito na patente U.S. nº 6.843.571 (Sewall). Três conjuntos de sulcos, que formam microprismas truncados que têm uma altura de aproximadamente 92 microns (0,0036 polegadas), foram cortados em um metal usinável através do uso de um molde de diamante de alta precisão como o "K&Y Diamond", produzido e comercializado pela Mooers, de New York, EUA. Os microprismas tinham triângulos de base isósceles formados como pares ordenados com ângulos inclusivos de 56,5, 56,5 e 67 graus, como descrito de maneira geral na patente U.S. nº 5.138.488 (Szczech). Os três conjunto de sulcos tinham um modelo alvo que compreende ângulos ortogonais inclusivos de 64,02, 64,02 e 82,89 graus. O modelo alvo é a soma dos ângulos ortogonais mais quaisquer alterações intencionais introduzidas para adaptar o molde ou laminação ao perfil de divergência. O conjunto de sulcos de 82,89 foi o conjunto de sulcos primário ((consulte, por exemplo, a patente U.S. nº 5.822.121 (Smith) e a patente U.S. nº 4.588.258 (Hoopman) para uma explicação dos cubos inclinados e dos conjuntos de sulcos primários)). O modelo alvo do ângulo de sulco primário a partir da ortogonal foi afetado usando-se cubos não-ortogonais ajustados para perfis de divergência, conforme descrito na patente U.S. nº 4.775.219 (Appeldorn). A alteração do ângulo de sulco primário foi de aproximadamente +0,08 graus, resultando em um modelo alvo de 82,97 graus, a alteração de cada sulco secundário foi de aproximadamente -0,093 graus, resultando em um modelo alvo de 63,93 graus. O desvio do ângulo de sulco primário a partir do modelo alvo é a diferença do ângulo de sulco medido para uma amostra em particular do modelo alvo. Uma amostra preferencial usada na medição do ângulo de sulco inclui moldes negativos que contém reentrâncias de microprismas.

[054] O mestre foi removido da máquina de formação de sulcos. Um primeiro molde de geração negativo foi produzido a partir do mestre através de eletroformação por níquel do mestre em um banho de sulfamato de níquel, conforme genericamente descrito nas patentes U.S. n° 4.478.769 (Pricone) e 5.156.863 (Pricone). Cópias positivas e negativas multigeracionais adicionais foram formadas de tal modo que o molde tinha substancialmente o mesmo grau de formação de cubo precisa que o mestre. Múltiplos moldes de geração negativos secundários contendo reentrâncias de microprisma foram subsequentemente transportados por uma esteira sem fim de 6,1 m (20 pés) de comprimento na direção a jusante da manta e 0,92 m (3 pés) na direção transversal à manta, conforme descrito de maneira geral em na patente U.S. n° 7.410.604 (Erickson).

[055] Uma resina de polycarbonato "Makrolon TM 2407" disponibilizada pela Mobay Corporation, de Pensilvania, EUA, foi moldada no molde negativo. Polycarbonato fundido foi moldado a uma temperatura de 287,8°C (550°F) no molde negativo, que foi aquecido a 215,6°C (420°F) a uma pressão de aproximadamente $1,03 \times 10^7$ a $1,38 \times 10^7$ pascals (1.500 a 2.000 psi) durante 0,7 segundos, a fim de se duplicar as reentrâncias de microcubo. Coincidente com o preenchimento das reentrâncias de cubo, polycarbonato adicional foi depositado em uma camada de contato contínua acima do molde com uma espessura de aproximadamente 102 micrômetros (0,004 polegadas). Uma camada de filme contínua de poli (metacrilato de metila) (PMMA) modificada por impacto e anteriormente extrudada com 51 micrômetros (0,002 polegadas) de espessura, conforme descrito na patente U.S. n° 5.450.235 (Smith), foi laminada sobre a superfície de topo da camada de contato de polycarbonato contínua quando a temperatura superficial era de aproximadamente 190,6°C (375°F). Um filme de alisamento de polietileno tereftalato (PET) com uma superfície oticamente

lisa e com uma espessura de cerca de 85 micrômetros (0,0034 polegadas) foi introduzido simultaneamente a laminação da PMMA na camada de contato de policarbonato. A laminação dos filmes acima foi alcançada usando-se um cilindro de estrangulamento coberto com borracha de silicone natural "8472", produzida e comercializada pela American Roller Company, de Wisconsin, EUA. A borracha de silicone neutra tinha um teor de dureza de 70 em um durômetro shore A e uma aspereza de $8,9 \times 10^{-5}$ a $11,4 \times 10^{-5}$ cm (35×10^{-6} a 45×10^{-6} polegadas). O molde combinado com poli(carbonato), PMMA e camadas de PET laminadas foi, então, resfriado a temperatura ambiente, permitindo assim que os materiais laminados se solidificassem. A amostra laminada com microcubos duplicados em uma superfície foi removida da ferramenta.

[056] Um filme vedante dupla-face foi, então, laminado em linha aos microcubos através de laminação térmica, conforme descrito de maneira geral no pedido de patente U.S. nº 2007/024235 (Thakkar). O filme vedante compreendia duas camadas laminadas juntas, a primeira camada compreendendo um poliéster de 0,017 mm (0,7 mil) carregado com 13% de TiO_2 , e a segunda camada (0,021 mm (0,85 mil) compreendendo um co-poliéster amorfo. A segunda camada foi laminada adjacente aos microcubos e foi usada para aderir o filme vedante a microestrutura através de um processo de laminação. O processo de laminação envolveu um cilindro de borracha e um cilindro de gofragem de metal aquecido, com um padrão em alto-relevo de cerca de arame, conforme descrito de maneira geral na patente U.S. nº 4.025.159 (McGrath).

EXEMPLO COMPARATIVO B

[057] Uma segunda amostra foi produzida de acordo com o procedimento descrito no Exemplo Comparativo A, exceto pelo fato de que

o filme de alisamento PET não foi usado.

EXEMPLO C

[058] Um mestre e um primeiro molde de geração negativo foram produzidos conforme descrito no Exemplo Comparativo A, exceto pelo fato de que o primeiro molde de geração negativo foi submetido a um tratamento de superfície para criar uma textura.

[059] O primeiro molde de geração negativo foi lavado com um sabão neutro "PREP L", comercializado pela Luster-On Products, de Massachusetts, EUA, para se ativar a superfície e otimizar a ancoragem do níquel sobre o substrato. O níquel foi depositado usando-se uma taxa de galvanização de 8 ampéres por pé quadrado (ASF (86 A/m²)) durante seis minutos, a uma corrente de 225 A a 1,9 volts e a uma temperatura de cerca de 57,2°C (135°F). O primeiro molde de geração negativo foi removido do banho de galvanização, lavado com água desionizada em abundância, apassivado com uma solução de 2% de dicromato de potássio, e eletroformado para produzir um molde de geração positivo como uma cópia de arquivo. O primeiro molde de geração negativo folheado foi, então, re-imerso no banho de galvanização e folheado por mais seis minutos usando-se a mesma corrente, tensão e temperatura, para um tempo total de galvanização de 12 minutos.

[060] Um segundo molde de geração positivo foi eletroformado a partir do primeiro molde de geração negativo e usado para se produzir um segundo molde de geração negativo folheado. Múltiplas cópias deste segundo molde de geração negativo folheado foram então transportadas por uma esteira sem fim e usadas para produzir uma terceira amostra, seguindo o procedimento descrito no Exemplo Comparativo A.

EXEMPLO D

[061] A esteira sem fim descrita no Exemplo C foi usada para produzir uma quarta amostra, de acordo com o procedimento descrito no

Exemplo Comparativo A, exceto pelo fato de que o filme de alisamento PET não foi usado.

EXEMPLO E

[062] Um segundo molde de geração negativo folheado foi folheado exatamente conforme descrito no Exemplo C. O segundo molde de geração negativo folheado eletroformado foi usado para conferir o padrão do molde a um filme de policarbonato que tem uma espessura de aproximadamente 200 microns (0,0078 polegadas) e um índice de refração de cerca de 1,59. Uma quinta amostra foi produzida através do uso de um segundo molde de geração negativo folheado em uma prensa de modelagem por compactação com placas lisas, conforme descrito de maneira geral na patente U.S. nº 6.843.571 (Sewall). A prensagem foi realizada a uma temperatura de aproximadamente 191°C (375°F) a 196°C (385°F), uma pressão de aproximadamente $1,10 \times 10^{10}$ mPa (1600 psi), e um tempo de permanência de 20 segundos. O policarbonato de carbono moldado foi, então, resfriado a cerca de 100°C (200°F) durante 5 minutos. A amostra resultante tinha uma superfície estruturada que compreende uma pluralidade de elementos prismáticos truncados.

[063] O filme vedante dupla-face foi laminado aos elementos prismáticos da amostra através de laminação térmica, conforme descrito no Exemplo Comparativo A.

EXEMPLO F

[064] Um mestre e um primeiro molde de geração negativo foram produzidos conforme descrito no Exemplo Comparativo A. O primeiro molde de geração negativo foi, então, submetido a um tratamento de gravação por corrosão química para criar uma textura. Aproximadamente 18,9 L (5 galões) de uma solução de desbaste que compreende 1% em volume de ácido nítrico (69%), 5% em volume de ácido fosfórico (84%), e

94% em volume de água desionizada (DI), foram adicionados a um tanque de desbaste à temperatura ambiente. O molde foi lavado por completo com água desionizada e imerso na solução de desbaste por quinze minutos e trinta segundos. O molde foi, então, removido do banho de desbaste e enxaguado com água desionizada em abundância. O molde gravado foi subsequentemente lavado com álcool isopropílico e seco com ar seco e limpo comprimido.

[065] Um molde positivo foi eletroformado a partir do primeiro molde de geração negativo gravado e usado para produzir um segundo molde de geração negativo gravado. Este segundo molde de geração negativo gravado foi usado para produzir uma sexta amostra em uma prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

EXEMPLO G

[066] Um primeiro molde de geração negativo foi produzido e gravado conforme descrito no Exemplo F, exceto pelo fato de que o molde foi imerso na solução de desbaste durante dois minutos.

[067] Uma sétima amostra foi produzida usando-se o primeiro molde de geração negativo gravado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

EXEMPLO H

[068] Um primeiro molde de geração negativo foi produzido e gravado conforme descrito no Exemplo F, exceto pelo fato de que o molde foi imerso na solução de desbaste durante quatro minutos. Uma oitava amostra foi produzida usando-se o primeiro molde de geração negativo gravado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no

Exemplo E.

EXEMPLO I

[069] Um primeiro molde de geração negativo foi produzido e gravado conforme descrito no Exemplo F, exceto pelo fato de que o molde foi imerso na solução de desbaste durante oito minutos. Uma nona amostra foi produzida usando-se o primeiro molde de geração negativo gravado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

EXEMPLO J

[070] Um molde positivo foi eletroformado a partir de um primeiro molde de geração negativo, conforme descrito no Exemplo Comparativo A. O molde positivo foi, então, submetido a um processo de galvanização, conforme descrito no Exemplo C, exceto pelo fato de que o tempo de galvanização foi de 12 minutos. Uma décima amostra foi produzida usando-se o molde positivo folheado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

EXEMPLO K

[071] O molde positivo folheado do Exemplo J foi re-imerso na solução para folheamento após a produção da décima amostra. O molde positivo foi, então, submetido a uma segunda rodada de galvanização durante seis minutos, para um tempo total de galvanização de 18 minutos. Uma décima primeira amostra foi produzida usando-se o molde positivo folheado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

EXEMPLO L

[072] Um primeiro molde de geração negativo foi produzido e gravado conforme descrito no Exemplo F, exceto pelo fato de que o molde foi imerso na solução de desbaste durante seis minutos. Uma décima segunda

amostra foi produzida usando-se o primeiro molde de geração negativo gravado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

EXEMPLO M

[073] Um primeiro molde de geração negativo foi produzido e gravado conforme descrito no Exemplo F, exceto pelo fato de que o molde foi imerso na solução de desbaste durante nove minutos. Uma décima terceira amostra foi produzida usando-se o primeiro molde de geração negativo gravado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

EXEMPLO N

[074] Um primeiro molde de geração negativo foi produzido e gravado conforme descrito no Exemplo F, exceto pelo fato de que o molde foi imerso na solução de desbaste durante doze minutos. Uma décima quarta amostra foi produzida usando-se o primeiro molde de geração negativo gravado na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito no Exemplo E.

[075] A tabela I resume os Exemplos e as amostras preparadas conforme descrito acima.

TABELA I. RESUMO TABULADO DOS EXEMPLOS DE A A N

Exemplos	Amostras	Tratamento de superfície	Método de produção do artigo	Filme de PET	Duração total da galvanização / desbaste (min)	Filme vedante dupla-face
Exemplo Comparativo A	1	Nenhum	Fundição	Sim	0	Sim
Exemplo	2	Nenhum	Fundição	Não	0	Sim

Exemplos	Amostras	Tratamento de superfície	Método de produção do artigo	Filme de PET	Duração total da galvanização / desbaste (min)	Filme vedante dupla-face
Comparativo B						
Exemplo C	3	Galvanização	Fundição	Sim	12	Sim
Exemplo D	4	Galvanização	Fundição	Não	12	Sim
Exemplo E	5	Galvanização	Prensagem	Não	12	Sim
Exemplo F	6	Desbaste	Prensagem	Não	15,5	Sim
Exemplo G	7	Desbaste	Prensagem	Não	2	Sim
Exemplo H	8	Desbaste	Prensagem	Não	4	Sim
EXEMPLO I	9	Desbaste	Prensagem	Não	8	Sim
Exemplo J	10	Galvanização	Prensagem	Não	12	Sim
Exemplo K	11	Galvanização	Prensagem	Não	18	Sim
Exemplo L	12	Desbaste	Prensagem	Não	6	Sim
Exemplo M	13	Desbaste	Prensagem	Não	9	Sim
Exemplo N	14	Desbaste	Prensagem	Não	12	Sim

[076] As figuras 1a, 1b, 1c e 1d são micrografias por varredura eletrônica (SEMs) mostrando uma porção do molde produzido de acordo com os Exemplos Comparativos A, G, H e I, respectivamente, a 3.000x. Mais especificamente, as figuras 1a, 1b, 1c e 1d mostram, a uma ampliação de 3.000x, um prisma em cada uma das quatro partes do molde, um dos quais sendo um controle (figura 1a) e três dos quais sendo gravados (figuras 1b, 1c e 1d). O molde mostrado na figura 1a é um controle não gravado. O molde mostrado na figura 1b foi gravado por dois minutos em uma mistura de

gravação de um por cento de ácido nítrico e cinco por cento de ácido fosfórico. O molde mostrado na figura 1c foi gravado por quatro minutos em uma mistura de gravação de um por cento de ácido nítrico e cinco por cento de ácido fosfórico. O molde mostrado na figura 1d foi gravado por oito minutos em uma mistura de gravação de um por cento de ácido nítrico e cinco por cento de ácido fosfórico. Estas figuras mostram que por quanto mais tempo o molde é exposto ao banho de gravação (ou é gravado), maior o grau de desgaste na superfície do molde. Em outras palavras, uma aspereza de superfície maior resulta de um tempo de gravação maior.

[077] As figuras 2a, 2b, 2c e 2d são SEMs mostrando uma porção do molde produzido de acordo com os Exemplos Comparativos A, G, H e I, respectivamente, a uma ampliação de 10.000x. As figuras 2a, 2b, 2c e 2d mostram as mesmas amostras das figuras 1a, 1b, 1c e 1d, respectivamente, em locais diferentes a uma ampliação maior. Os efeitos de desgaste para formar ou buracos ou depressões ou cavidades de submícron no níquel são aparentes. Estes buracos estão, em geral, ausentes na amostra não-gravada / de controle mostrada na figura 2a. Adicionalmente, esses buracos aumentam em número e tamanho aparente com o aumento do tempo de desgaste.

[078] As figuras 3a e 3b são SEMs mostrando uma porção do molde produzido de acordo com os Exemplos J e K, respectivamente, a uma ampliação de 3.000x. Mais especificamente, as figuras 3a e 3b mostram, a uma ampliação de 3.000x, um prisma em cada uma das duas partes do molde folheado, um dos quais foi folheado durante 12 minutos (figura 3a) e um dos quais foi folheado durante 18 minutos (figura 3b). Todas as imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (SEM) são de estampadores copiados a partir do molde positivo. Estas SEMs mostram o efeito de duas durações diferentes de galvanização em uma imagem mãe ou positiva da estrutura prismática (cubos protuberantes). Quantidades maiores de níquel são

depositadas com um tempo de galvanização maior. Depósitos de níquel maiores afetam a estrutura de superfície e/ou aspereza de superfície, uma vez que uma aspereza de superfície maior está relacionada a um tempo de galvanização maior. As figuras 3a e 3b podem ser comparadas a figura 1a para uma comparação entre um molde folheado versus um molde de controle não-folheado.

[079] As figuras 4a e 4b são SEMs mostrando uma porção do molde produzido de acordo com os Exemplos J e K, respectivamente, a uma ampliação de 10.000x. As figuras 4a e 4b mostram as mesmas amostras das figuras 3a and 3b, respectivamente, em locais diferentes e a uma ampliação maior. Os efeitos da galvanização para formar a aspereza de superfície são aparentes. Adicionalmente, também é aparente que a aspereza de superfície aumenta com o aumento da galvanização.

[080] As figuras 5a, 5b e 5c são SEMs mostrando uma porção do molde gravado produzido de acordo com o Exemplo F, respectivamente, a ampliações de 1.000x, 3.000x e 10.000x. As figuras 6a, 6b e 6c são SEMs mostrando uma porção do molde folheado produzido de acordo com o Exemplo E, respectivamente, a ampliações de 1.000x, 3.000x e 10.000x. As estruturas de superfície detalhadas nos moldes gravados versus os moldes folheados são claramente diferentes. Entretanto, a magnitude geral das estruturas no molde gravado e no molde folheado é bastante similar.

[081] As figuras de 7 a 9 descrevem a aspereza de superfície das laminações e dos moldes da presente aplicação. Especificamente, a figura 7 é uma imagem de tela de um perfilador de superfície mostrando a aparência 3D de uma face do cubo e os dados de aspereza de uma porção em seção transversal da face de cubo formada conforme descrito no exemplo C. Na figura 7, um perfilador de superfície ZYGO® NewView 5000™ rodando um software Metropro 7.11.1 foi usado para medir a aspereza de superfície das

superfícies do cubo para o molde tratado. Cópias negativas de níquel de cada amostra de molde foram inclinadas, de modo que a superfície do sulco primário ficou horizontal. Medições foram então tomadas em uma face do cubo que era uma porção da superfície do sulco primário, conforme mostrado em geral na figura 7. Uma lente ótica de 20x Mirau foi utilizada e um NewView 5000™ foi calibrado usando-se o tamanho conhecido da face do cubo.

[082] Uma fatia de cerca de 150 microns de comprimento foi tomada próxima a base da face do cubo, conforme mostrado na porção superior esquerda da figura 7. A fatia de aspereza de superfície foi tomada em regiões em geral representativas da aspereza geral da face do cubo. Os dados XY, conforme mostrado na plotagem de perfil, foram salvos em um arquivo para análise adicional. Medições das réplicas foram tomadas para três faces de cubo adjacentes. A textura ou aspereza em escala menor das facetas do cubo bem como alguma forma ou curvatura de superfície são, em geral, aparentes. Os dados XY da plotagem de perfil foram importados para uma planilha para análise e plotagem adicionais. Os resultados desta análise para comprimento de onda (microns) e R_a (microns) são resumidos na tabela II abaixo.

TABELA II. SUMÁRIO DOS DADOS XY A PARTIR DO PERFILADOR DE SUPERFÍCIE

Exemplo	R_a (◇)	Comprimento de onda (◇)
A	0,00051	3,91
L	0,00175	3,68
M	0,00307	3,41
C	0,00333	3,38
F	0,00316	3,68
N	0,00527	3,27

[083] A separação média entre picos de aspereza de pequena escala foi calculada para determinar o comprimento de onda médio da

aspereza de superfície. O comprimento de onda era de 3 ou 4 microns para todas as. A forma e curvatura da superfície foram removidas dos dados a fim de se estudar especificamente variações de aspereza em pequena escala entre as amostras. Uma média móvel de 20 pontos de dados adjacentes, que abrangeram cerca de 10 microns ou três comprimentos de onda, foi subtraída dos dados XY. A remoção da ou filtração desta média móvel permitiu o cálculo do R_a associado a aspereza de superfície em pequena escala. A seleção de um tamanho de janela de cerca de três comprimentos de onda para calcular a média de movimento permite remoção da curvatura e do formato de superfície das facetas do cubo sem perda dos dados de aspereza de superfície ou de textura.

[084] A figura 8 mostra os dados XY antes e depois da correção média de movimento para uma superfície de cubo do Exemplo Comparativo A. O número n de pontos de dados foi 301, cobrindo um comprimento de fatia L de 157,9 microns. O Exemplo Comparativo A representa uma superfície relativamente lisa de uma face prismática padrão em um molde de níquel não-tratado. O R_a (desvio médio aritmético) foi calculado numericamente para os dados planificados, de acordo com a seguinte equação onde $Z(x)$ representa a posição vertical dos dados planificados como uma função da posição lateral e a soma é tomada ao longo do número total de pontos de dados n . O R_a médio ($R_a = (1/L)\sum Z(x)\Delta x$) de 0,00051 microns foi rateado a partir de três medições diferentes e é resumido na tabela II.

[085] A figura 9 mostra os dados XY antes e depois da correção média de movimento para uma superfície de cubo do Exemplo C. O número n de pontos de dados foi 284, cobrindo um comprimento de fatia L de 159,9 microns. O Exemplo C representa um molde de níquel que foi submetido a um tratamento de superfície para se criar uma textura. A aspereza é significativamente maior no Exemplo C em relação ao molde não-tratado no

Exemplo Comparativo A. O R_a médio de 0,00333 microns foi rateado a partir de três medições diferentes e é resumido na tabela II. Os dados na tabela II ilustram o aumento do R_a da aspereza de superfície, que resulta do uso de tratamentos de superfície para se criar uma textura nas superfícies do prisma.

[086] A figura 10 é um gráfico mostrando a desempenho óptica de diversos tipos de laminação comercialmente disponíveis. A laminação do tipo I é uma laminação de grau industrial produzida pela 3M Company, de St. Paul, MN, EUA, a laminação do tipo III é uma laminação com rebordo produzida pela 3M Company, de St. Paul, MN, EUA, a laminação do tipo IX é uma laminação VIP 3990 produzida pela 3M Company, de St. Paul, MN, EUA, a laminação do tipo X é uma laminação HIP produzida pela 3M Company, de St. Paul, MN, EUA, e a laminação microprismática, proposta como tipo XI, é uma laminação DG³ produzida pela 3M Company, de St. Paul, MN, EUA. A laminação do tipo I tem um pico de coeficiente angular R_T menor (menor que 10%) que os outros tipos de laminadoes comercialmente disponíveis. Adicionalmente, todas as laminadoes prismáticas comercialmente disponíveis têm picos de coeficiente angular R_T que estão bem abaixo de 20%.

[087] A figura 11a mostra o coeficiente angular de $\%R_T$ para um filme comercialmente disponível (983-10, produzido pela 3M Company, de St. Paul, MN, EUA) (Exemplo Comparativo A1) em comparação com um filme comercialmente disponível sem um filme de alisamento (Exemplo Comparativo B). A figura 11b mostra o coeficiente angular de $\%R_T$ para o filme do Exemplo C em comparação com o filme do Exemplo D. A figura 11c mostra o coeficiente angular de $\%R_T$ para o filme do Exemplo C em comparação com o filme do Exemplo Comparativo A1. A figura 11d mostra o coeficiente angular de $\%R_T$ para o filme do Exemplo D em comparação com o filme do Exemplo Comparativo B. A figura 11a mostra que o uso de um filme de alisamento espalha o retorno de luz sobre diversos ângulos de observação (consulte,

também, *por exemplo*, a figura 7 da publicação PCT nº WO9630786) ou remoção do filme de alisamento faz com que a luz seja deslocada de ângulos de observação baixos para altos. Galvanização e/ou desbaste do molde, por outro lado, diminui o retorno de luz sobre toda a faixa de ângulos de observação.

[088] As figuras 12a e 12b são gráficos mostrando, respectivamente, o $\%R_T$ e o coeficiente angular do $\%R_T$ da laminação feita nos Exemplos Comparativos A1, E, F e C, respectivamente. Estes exemplos e gráficos mostram duas abordagens diferentes para introdução de textura de superfície ou aspereza. Primeiro, as figuras 12a e 12b mostram que ambos galvanização e desbaste fazem com que o retorno de luz total diminua de modo relativamente uniforme sobre todos os ângulos de observação. Segundo, as figuras 12a e 12b mostram que apesar do fato de que duas abordagens bem diferentes foram usadas para texturizar os moldes, as laminações resultantes apresentam desempenho similar. Terceiro, as figuras 12a e 12b mostram a reproducibilidade dos métodos da presente aplicação. Especificamente, apesar do fato de que as laminações feitas nos Exemplos E e C foram feitas usando-se métodos diferentes de duplicação do produto essencialmente a partir do mesmo molde, os gráficos apresentam um desempenho similar. Portanto, introdução de uma estrutura/característica/buraco/depressão/textura em/no molde e, então, duplicar confiavelmente esta estrutura fornece os resultados finais desejados. Deste modo, a produção de um molde com um brilho menor permite a formação de uma laminação com um tempo de brilho menor e, novamente, com uma flutuação mínima durante a fabricação.

[089] As figuras 13a e 13b são gráficos mostrando, respectivamente, a $\%R_T$ e o coeficiente angular da $\%R_T$ de, respectivamente, laminações retrorrefletivas feitas conforme descrito nos Exemplos Comparativos A1, G, H e I. A figura 13a mostra que o desempenho óptico geral

varia com cada tempo de desbaste. Portanto, o formato geral da curva de desempenho óptico de cada laminação não altera a luz em relação ao ângulo de observação com um tempo de desbaste menor, ao invés disso a quantidade de luz sobre todos os ângulos de observação diminui. As figuras 13a e 13b também mostram que o processo de desbaste pode ser não-linear. Devido ao fato de que podem haver variações, por exemplo, na composição química da superfície de níquel, na estrutura da superfície de níquel, na temperatura, na agitação, e na solução de desbaste, a quantidade de tempo para desbaste ou galvanização para se conseguir os resultados desejados pode variar. A figura 13b mostra que o pico do coeficiente angular da $\%R_T$ para todas estas laminações exemplificadoras está ao redor de um ângulo de observação de 0,5 graus. A posição do pico do coeficiente angular da $\%R_T$ não se altera significativamente com um tempo de desbaste maior, a magnitude do coeficiente angular da $\%R_T$ diminui com o aumento do tempo de desbaste. Galvanização e/ou desbaste do molde, por outro lado, diminui o retorno de luz sobre toda a faixa de ângulos de observação.

[090] As figuras 14a e 14b são gráficos mostrando, respectivamente, a $\%R_T$ e o coeficiente angular da $\%R_T$, respectivamente, da laminação retrorrefletiva feita nos Exemplos Comparativos A1, J e K. A figura 14a mostra que o formato da curva de desempenho óptico para cada laminação é substancialmente igual. Portanto, o formato geral da curva de desempenho óptico de cada laminação não se altera significativamente com um tempo de galvanização maior, entretanto, a magnitude diminui com um tempo de galvanização maior. A figura 14b mostra que o pico do coeficiente angular da $\%R_T$ para todas estas laminações está ao redor de um ângulo de observação de 0,5 graus. A posição do pico do coeficiente angular da $\%R_T$ não se altera significativamente com um tempo de galvanização maior, a magnitude do coeficiente angular da $\%R_T$ diminui com o aumento do tempo de

galvanização. Galvanização e/ou desbaste do molde, por outro lado, diminui o retorno de luz sobre toda a faixa de ângulos de observação. O Exemplo K tem um pico de coeficiente angular da $%R_T$ de 11,78% a um ângulo de observação de 0,6 graus, que seria uma laminação exemplificadora que iria atender as exigências da ASTM II.

[091] A figura 15a é um gráfico mostrando o R_A da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito no Exemplo Comparativo A e no Exemplo Comparativo B. A figura 15b é um gráfico mostrando o R_A da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito no Exemplo C e no Exemplo Comparativo A. A figura 15c é um gráfico mostrando o R_A da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito nos Exemplos C e D. A figura 15d é um gráfico mostrando o R_A da laminação retrorrefletiva feita conforme descrito no Exemplo D e no Exemplo Comparativo B. As figuras 15a e 15c mostram os efeitos de inclusão ou exclusão de um filme de alisamento. Especificamente, a exclusão de um filme de alisamento desloca a luz de ângulos de observações baixos para altos. As figuras 15b e 15d mostram o efeito de formação da laminação usando-se um molde texturizado - onde o brilho da laminação diminui.

[092] As figuras 16a e 16b são gráficos mostrando, respectivamente, o coeficiente angular de $%R_t$ e $%R_t$ dos moldes feitos nos Exemplos Comparativos A1, L, M e N, respectivamente. A figura 16a mostra que o desempenho óptico geral varia com cada tempo de desbaste. Portanto, o formato geral da curva de desempenho óptico de cada laminação não altera a luz em relação ao ângulo de observação com um tempo de desbaste menor, ao invés disso a quantidade de luz sobre todos os ângulos de observação diminui. A figura 16b mostra que o pico do coeficiente angular da $%R_T$ para todas estas laminadas situa-se entre cerca de 0,5 graus e 0,7 graus no ângulo de observação. A magnitude do coeficiente angular da $%R_T$ diminui com o aumento do tempo de desbaste. Galvanização e/ou desbaste da ferramenta

diminui o retorno de luz sobre toda a faixa de ângulos de observação. Um comparação entre as figuras 16a e 16b e as figuras 13a e 13b mostra que um desempenho similar é visto com tempos de desbaste diferentes, com base nos fatores discutidos acima.

[093] A tabela III apresenta o desempenho óptico de várias laminações da presente aplicação.

TABELA III. RESUMO DO DESEMPENHO ÓPTICO DOS EXEMPLOS.

R_a (μ)	Exemplos		
0,00051	A1	B	A
0,00175	L		
0,00307	M		
0,00316	F		
0,00333	E	D	C
0,00527	N		
	Coefficiente angular máximo da %R_T		
0,00051	40,12%	25,64%	45,84%
0,00175	17,02%		
0,00307	10,43%		
0,00316	21,87%		
0,00333	17,41%	9,87%	18,39%
0,00527	7,66%		
	Média de R_A, a 0,2 graus de observação, e -4 graus de entrada		
0,00051	688	378	827
0,00175	261		

R_a (μ)	Exemplos		
0,00307	139		
0,00316	337		
0,00333	269	143	305
0,00527	75		

EXEMPLO COMPARATIVO O

[094] Um molde mestre e um primeiro molde de geração negativo foram preparados conforme descrito no Exemplo Comparativo A, exceto pelo fato de que as condições de folheamento foram ajustadas para produzir uma parte com tensões compressivas, resultando em um desvio no ângulo de sulco primário de -0,115 graus, em comparação com o modelo alvo do Exemplo Comparativo A.

[095] Um segundo molde de geração positivo foi eletroformado a partir do primeiro molde de geração negativo e usado para produzir um segundo molde de geração negativo de 137,16 cm (54 pol) por 137,16 cm (54 pol). O segundo molde de geração negativo foi cortado usando-se uma lâmina de metal padrão, produzindo assim uma primeira, segunda e terceira partes de 15,24 cm (6 pol) por 25,4 cm (10 pol). A amostra 15 foi produzida usando-se a primeira parte do molde na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

EXEMPLO P

[096] A segunda parte do molde do Exemplo O foi submetida ao tratamento de gravação por corrosão química do Exemplo F durante 6 minutos. A amostra 16 foi produzida usando-se a segunda parte gravada na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme

vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

EXEMPLO Q

[097] A terceira parte do molde do Exemplo O foi submetida ao tratamento de gravação por corrosão química do Exemplo F durante 8 minutos. A amostra 17 foi produzida usando-se a terceira parte gravada na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

EXEMPLO COMPARATIVO R

[098] Um molde mestre e um primeiro molde de geração negativo foram preparados conforme descrito no Exemplo Comparativo O, exceto pelo fato de que o desvio do ângulo de sulco primário em comparação com o modelo alvo do Exemplo Comparativo A foi de aproximadamente - 0,111 graus. Um segundo molde de geração negativo foi produzido conforme descrito no Exemplo Comparativo O e cortado usando-se uma lâmina de metal padrão em uma primeira e segunda partes de 15,24 cm (6 pol) por 25,4 cm (10 pol). A amostra 18 foi produzida usando-se a primeira parte do molde na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

EXEMPLO S

[099] A segunda parte do molde do Exemplo R foi submetida ao tratamento de gravação por corrosão química do Exemplo F durante 8 minutos. A amostra 19 foi produzida usando-se a segunda parte gravada na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

EXEMPLO COMPARATIVO T

[0100] Um molde mestre e um primeiro molde de geração negativo foram preparados conforme descrito no Exemplo Comparativo O,

exceto pelo fato de que o desvio do ângulo de sulco primário em comparação com o modelo alvo do Exemplo Comparativo A foi de aproximadamente - 0,008 graus.

[0101] Um segundo molde de geração negativo foi produzido conforme descrito no Exemplo Comparativo O e cortado usando-se uma lâmina de metal padrão em uma primeira e segunda partes de 6 pol (15,24 cm) por 10 pol (25,4 cm). A amostra 20 foi produzida usando-se a primeira parte do molde na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

EXEMPLO U

[0102] A segunda parte do molde do Exemplo T foi submetida ao tratamento de gravação por corrosão química do Exemplo F durante 6 minutos. A amostra 21 foi produzida usando-se a segunda parte gravada na prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

EXEMPLO V

[0103] Um molde mestre e um primeiro molde de geração negativo foram preparados conforme descrito no Exemplo Comparativo O, exceto pelo fato de que o desvio do ângulo de sulco primário em comparação com o modelo alvo do Exemplo Comparativo A foi de aproximadamente - 0,125 graus. O primeiro molde de geração negativo foi submetido ao tratamento de gravação por corrosão química do Exemplo F durante 7,75 minutos. Um segundo molde de geração positivo foi eletroformado a partir do primeiro molde de geração negativo gravado e usado para produzir um segundo molde de geração negativo gravado. Múltiplas cópias deste segundo molde de geração negativo gravado foram então transportadas por uma esteira sem fim e usadas para produzir a amostra 22, conforme descrito de maneira

geral no Exemplo Comparativo A. Nenhum filme PET foi usado para a amostra 22.

EXEMPLO W

[0104] O segundo molde de geração negativo gravado do Exemplo V foi usado. A amostra 23 foi produzida usando-se o segundo molde de geração negativo gravado em uma prensa de modelagem por compactação com placas lisas, seguido de laminação do filme vedante dupla-face, conforme descrito de maneira geral no Exemplo E.

[0105] A tabela IV resume a Preparação dos Exemplos de O a W e das amostras de 15 a 23.

TABELA IV. RESUMO DOS EXEMPLOS DE O A W E DA AMOSTRAS DE 15 A 23.

Exemplos	Amostra	Método de produção do artigo	Filme PET/ Placas lisas	Ângulo de sulco primário (graus)
Exemplo comparativo O	15	Prensagem	Sim	82,8554
Exemplo P	16	Prensagem	Sim	82,8554
Exemplo Q	17	Prensagem	Sim	82,8554
Exemplo comparativo R	18	Prensagem	Sim	82,8589
Exemplo S	19	Prensagem	Sim	82,8589
Exemplo comparativo T	20	Prensagem	Sim	82,9625
Exemplo U	21	Prensagem	Sim	82,9625
Exemplo V	22	Fundição	Não	82,8452
Exemplo W	23	Prensagem	Sim	82,8452

[0106] As características colorimétricas das amostras de 15 a 23 sob condições noturnas (cores noturnas) foram medidas de acordo com o método de teste descrito na ASTM E811. A cromaticidade e o fator de luminância (CAP Y) usando-se o sistema CIE (cores diurnas) foram medidos de acordo com o método de teste descrito na ASTM E308. As exigências de desempenho para cores noturnas e cores diurnas das laminações retrorrefletivas para controle de trânsito são especificadas na ASTM D4956-09 e no relatório descritivo Europeu CUAP nº1 06/04.

[0107] Os quatro pares de coordenadas de cromaticidade no espaço de cor determinam uma cor aceitável aos termos do sistema colorimétrico padrão CIE 1931, medida através de um iluminante padrão D65 (geometria 45/0°) e definem o que é de conhecimento geral na técnica como "caixas de cor". A caixa de cores diurnas para laminação retrorrefletiva branca de acordo com a ASTM D4956-09 e a caixa de cores noturnas de acordo com o CUAP nº 1,06/04 são mostradas na tabela V.

TABELA V. CAIXAS DE CORES DIURNAS E NOTURNAS PARA LAMINAÇÃO

RETROREFLETIVA BRANCA.

Condição	1		2		3		4	
	x	Y	x	Y	x	Y	x	Y
Diurna	0,303	0,300	0,369	0,366	0,340	0,393	0,274	0,329
Noturna	0,475	0,452	0,360	0,415	0,392	0,370	0,515	0,409

[0108] A tabela VI resume os resultados para as medições de aspereza (R_a) dos moldes tratados usados para produção das amostras de 15 a 23, o coeficiente de retrorreflexão R_A , os valores de cores noturnas para as amostras de 15 a 23, e os valores de cores diurnas para as amostras de 15 a 23.

TABELA VI. RESUMO DOS RESULTADOS PARA OS EXEMPLO DE O A W E AS AMOSTRAS DE 15 A 23.

Exemplo	Amostra	R _a (nm)	R _A (candelas lux/ m ²)	Cor noturna x	Cor noturna y	Cor diurna CAP Y	Cor diurna x	Cor diurna y
Exemplo Comparativo O	15	0,41	330,0	0,4504	0,4116	43,85	0,3092	0,3239
Exemplo P	16	2,53	210,2	0,4752	0,4206	50,80	0,3011	0,3172
Exemplo Q	17	2,73	115,9	0,4863	0,4204	53,98	0,2998	0,3163
Exemplo Comparativo R	18	0,36	389,8	0,4498	0,4124	44,27	0,3087	0,3238
Exemplo S	19	3,38	172,1	0,4999	0,4252	57,44	0,3004	0,3177
Exemplo Comparativo T	20	0,44	814,9	0,4427	0,4106	44,71	0,3081	0,3228
Exemplo U	21	13,5	56,6	0,5498	0,4105	64,71	0,3026	0,3215
Exemplo V	22	1,71	132,5	0,4970	0,4197	61,61	0,3057	0,3243
Exemplo W	23	1,71	271,0	0,4964	0,4243	60,86	0,3062	0,3246

[0109] A tabela VI ilustra várias propriedades das amostras aqui descritas. Por exemplo, a tabela VI mostra o aumento na aspereza de superfície R_a com tempos de desbaste maiores. Uma teoria exemplificadora, não-limitadora é que uma aspereza maior resulta de estruturas de superfície maiores introduzidas pela texturização do molde. Devido ao fato de que as estruturas de superfície espalham luz, elas podem causar ou contribuir para uma redução controlada na retrorrefletância. Estruturas de superfície maiores podem espalhar seletivamente a luz de diferentes comprimentos de onda que, por sua vez, podem levar a uma diferença na cor noturna da laminação (*isto é*,

sob retrorreflexão). As coordenadas de cromaticidade para uma laminação retrorrefletiva branca produzida por um molde com aspereza aumentada pode cair dentro dos limites da caixa de cores diurnas (*isto é*, sob luz difusa) mas fora dos limites da caixa de cores noturnas. Laminações preferenciais exemplificadoras caem dentro de ambas caixas de cores diurna e noturna.

[0110] A tabela VI também sugere que o ângulo de sulco do molde pode afetar o tamanho das estruturas de superfície criadas durante galvanoplastia ou gravação por corrosão química. Os dados nas tabelas IV e VI mostram que um molde com um ângulo de sulco maior gravado pela mesma quantidade de tempo que um molde com um ângulo de sulco menor tem uma aspereza de superfície maior.

[0111] Conforme os versados na técnica irão reconhecer, ajusta as condições de folheamento irá alterar o ângulo do sulco. Existe uma variedade de formas para se deformar prismas e alterar o ângulo do sulco, que são conhecidos pelos versados na técnica, incluindo deformar mecanicamente o molde, alterar as condições de folheamento, etc. Teoricamente, a deformação dos cubos e a alteração no ângulo do sulco introduz estresse no molde e/ou no processo. Está dentro do escopo da presente aplicação ajustar as condições de folheamento para se produzir moldes com forças compressivas que resultam, em geral, em ângulos de sulco menores em comparação com o modelo alvo do Exemplo Comparativo A. Pode ser preferencial se alcançar as características de laminação desejadas através da alteração de um ou mais de, por exemplo, aspereza de superfície, tamanho do cubo, e ângulo do sulco. Os versados na técnica irão apreciar que o efeito da distorção e da aspereza de superfície na laminação produzida usando-se um molde irá variar com base no tamanho do cubo (*por exemplo*, pode haver mais erros de ângulo em cubos pequenos e menos erros de ângulo em cubos maiores).

[0112] Uma laminação retrorrefletiva preferencial da presente aplicação apresenta qualquer uma das propriedades de retrorrefletância fracional (*por exemplo*, para um ângulo de entrada β de -4 graus) mostradas aqui e/ou descritas acima. Em um aspecto, a laminação retrorrefletiva tem uma $\%R_T$ entre cerca de 3% e cerca de 15%, a um ângulo de observação máximo $\alpha_{\max}$ de 0,5 graus, com mais preferência entre cerca de 5% e cerca de 12%. A retrorrefletância fracional pode ter um valor mínimo de qualquer número inteiro dentro e incluindo também estes valores.

[0113] A menção de todos os intervalos de número por pontos finais tem a intenção de incluir todos os números contidos dentro da faixa (*isto é*, a faixa de 1 a 10 inclui, por exemplo, 1, 1,5, 3,33 e 10).

[0114] Os versados na técnica irão apreciar que diversas alterações podem ser feitas aos detalhes das modalidades e implementações acima descritas, sem se desviar dos princípios básicos das mesmas. O escopo da presente aplicação deve, portanto, ser determinado apenas pelas seguintes reivindicações. Várias modificações e alterações da presente invenção se tornarão evidentes aos versados na técnica, sem se afastar do espírito e do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, caracterizada por compreender um conjunto de elementos prismáticos microreplicados que têm uma textura de superfície com uma aspereza de superfície média entre 0,0005 microns e 0,0060 microns, sendo que a textura de superfície forma uma opacidade que em um ângulo de entrada de -4 graus proporciona uma diminuição uniforme do total de retorno de luz sobre ângulos de observação de 0,5 a 4 graus, em que num ângulo de entrada de -4 graus a laminação retrorrefletiva apresenta um coeficiente angular de retrorrefletância fracional medida de acordo com a ASTM D 4956-04 e a ASTM E 808-01 de entre 3% e 15% da retrorrefletância fracional por grau de ângulo de observação a um ângulo de observação de 0,5 graus.

2. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a aspereza de superfície média se situar entre 0,0010 microns e 0,0030 microns.

3. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por os elementos prismáticos serem inclinados.

4. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com a qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada por os elementos prismáticos incluírem um ângulo de sulco primário e um desvio do ângulo de sulco primário a partir de um modelo alvo situado entre 0,05 graus e 0,2 graus.

5. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada por os elementos prismáticos serem não-ortogonais.

6. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada por num ângulo de entrada de -4 graus a laminação apresentar um coeficiente angular de retrorrefletância fracional medida de acordo com a ASTM D 4956-04 e a ASTM E 808-01 de

entre 5% e 12% da retrorrefletância fracional por grau de ângulo de observação a um ângulo de observação de 0,5 graus.

7. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada por os elementos prismáticos serem elementos prismáticos truncados.

8. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada por os elementos prismáticos terem uma dimensão lateral menor que 0,058 cm (0,020 polegadas).

9. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada por a laminação ter uma cor branca ou prateada que exibe um brilho médio a 0° e 90° de orientação, de acordo com a ASTM D4596-09, entre 70 candelas/lux/m² e 250 candelas/lux/m², para um ângulo de entrada de -4° e um ângulo de observação de 0,2°.

10. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada por o conjunto de elementos prismáticos microreplicados ser quimicamente gravado ou galvanoplastiado, baseado em moldes texturizadas.

11. LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada por em um ângulo de entrada de -4 graus a textura da superfície proporcionar uma diminuição uniforme no total de ângulos de observação geral de retorno de luz.

12. MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UMA LAMINAÇÃO RETRORREFLETIVA, conforme definida na reivindicação 1, que compreende um conjunto de elementos prismáticos que têm uma aspereza de superfície média entre 0,0005 microns e 0,0060 microns compreendendo as etapas de:

produzir um molde negativo com o conjunto de elementos

prismáticos microreplicados para formar uma laminação retrorrefletiva;

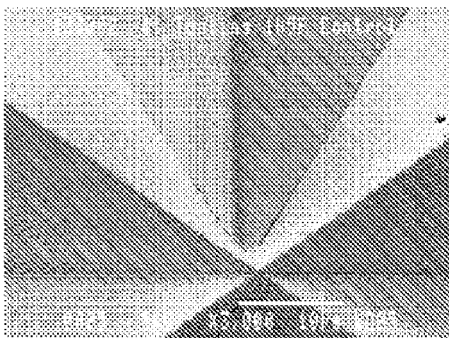
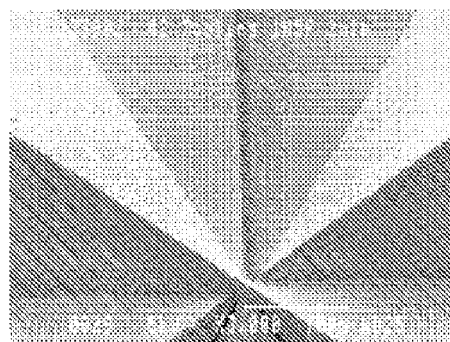
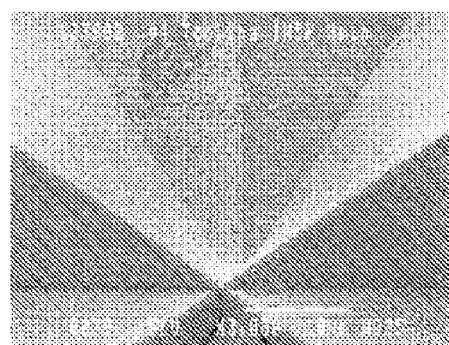
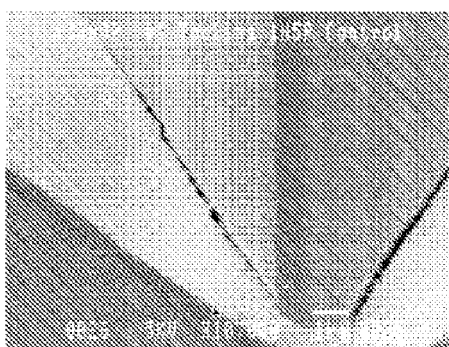
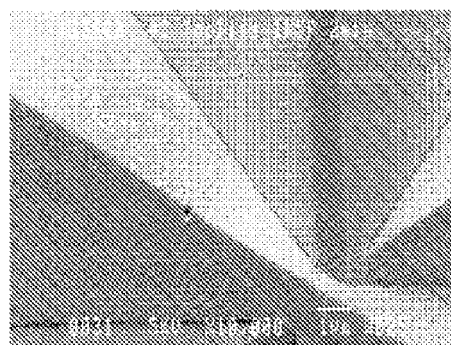
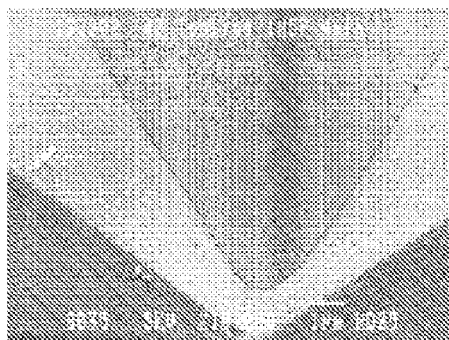
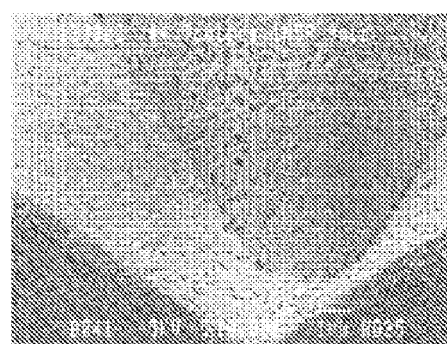
texturizar a superfície de uma ferramenta por meio de desbaste e galvanização da superfície da ferramenta, caracterizado por

num ângulo de entrada de -4 graus a laminação retrorrefletiva apresentar um coeficiente angular de retrorrefletância fracional medida de acordo com a ASTM D 4956-04 e a ASTM E 808-01 de entre 3% e 15% da retrorrefletância fracional por grau de ângulo de observação, a um ângulo de observação de 0,5 graus.

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por a laminação ter um brilho médio a 0° e 90° de orientação, de acordo com a ASTM D4596-1a, de entre 70 candelas/lux/m² e 250 candelas/lux/m², para um ângulo de entrada de -4° e um ângulo de observação de $0,2^\circ$.

14. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 13, caracterizado por o desbaste ser uma gravação por corrosão química.

15. MÉTODO, de acordo com de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, caracterizado por a galvanização ser uma galvanoplastia.

**FIG. 1a****FIG. 1b****FIG. 1c****FIG. 1d****FIG. 2a****FIG. 2b****FIG. 2c****FIG. 2d**

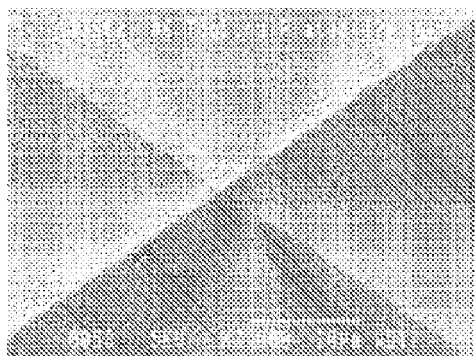


FIG. 3a

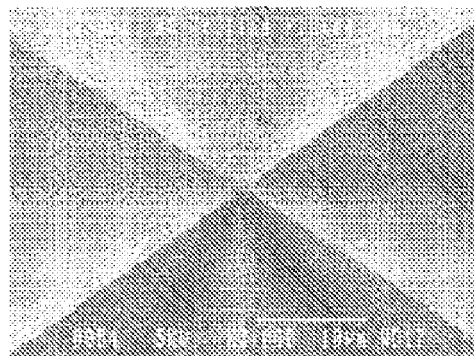


FIG. 3b

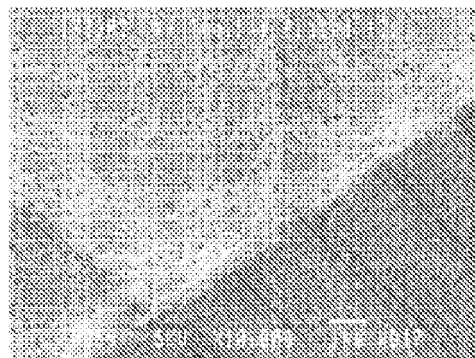


FIG. 4a

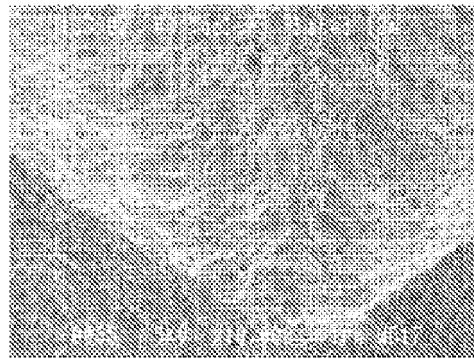
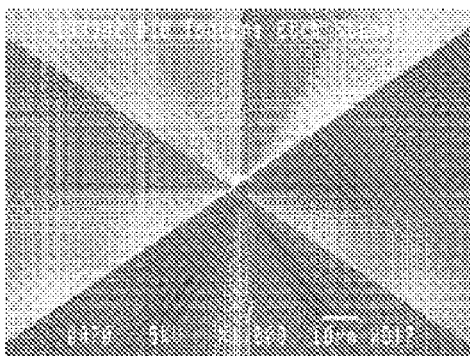
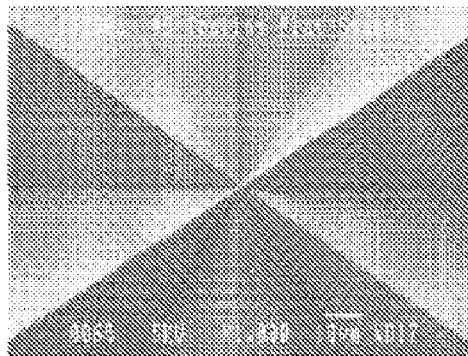
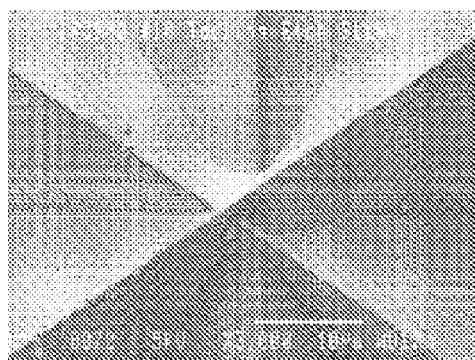
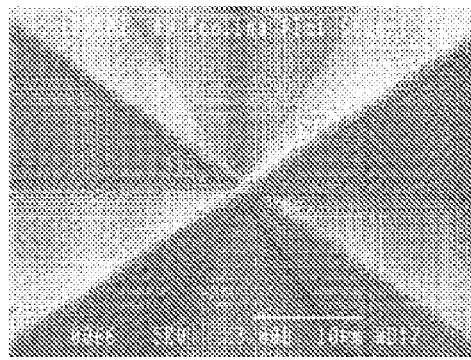


FIG. 4b

***FIG. 5a******FIG. 6a******FIG. 5b******FIG. 6b******FIG. 5c******FIG. 6c***

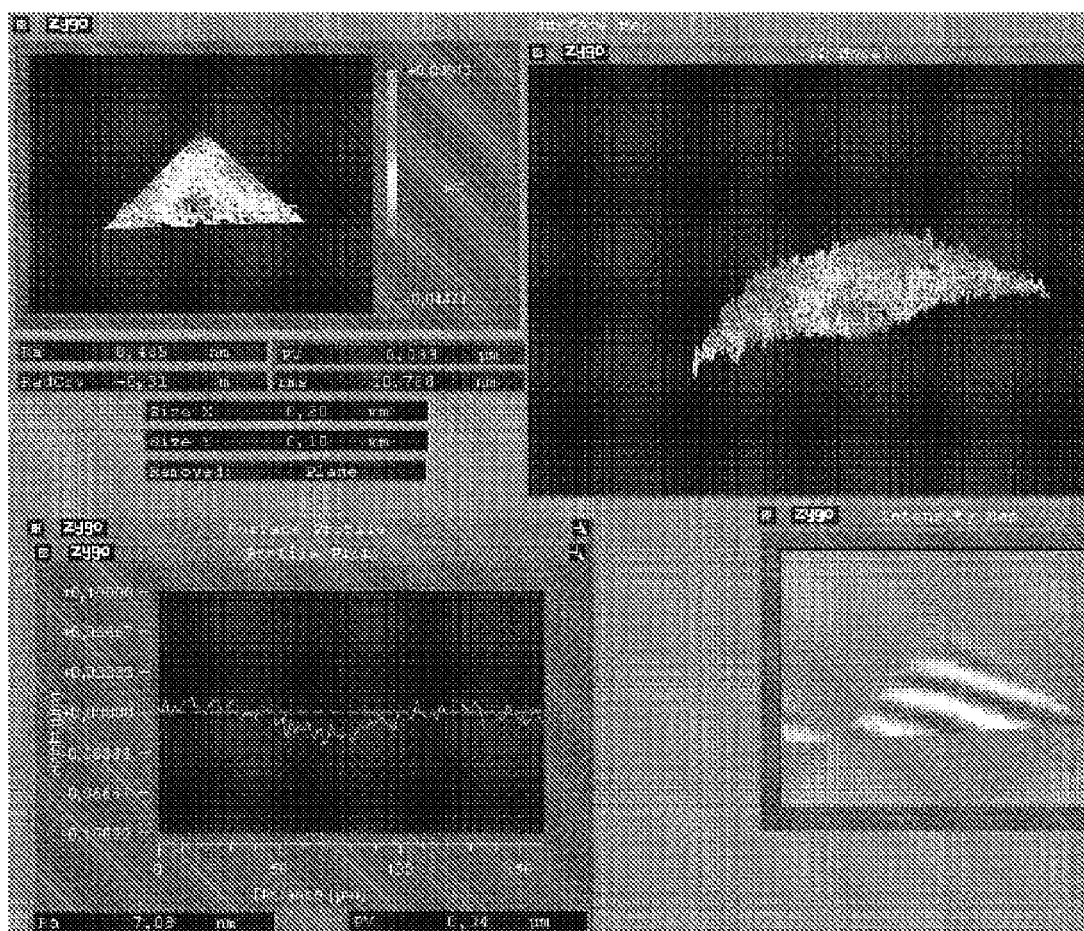
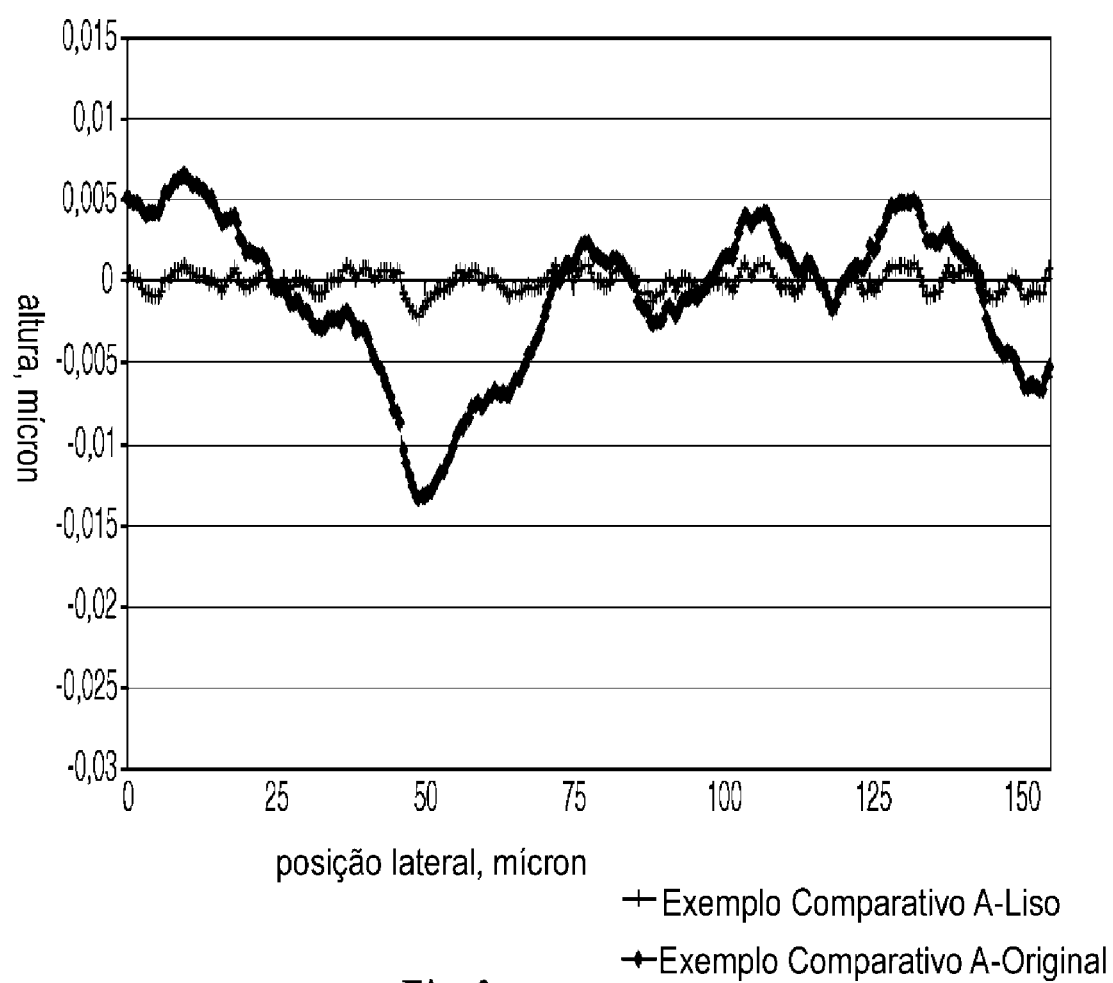
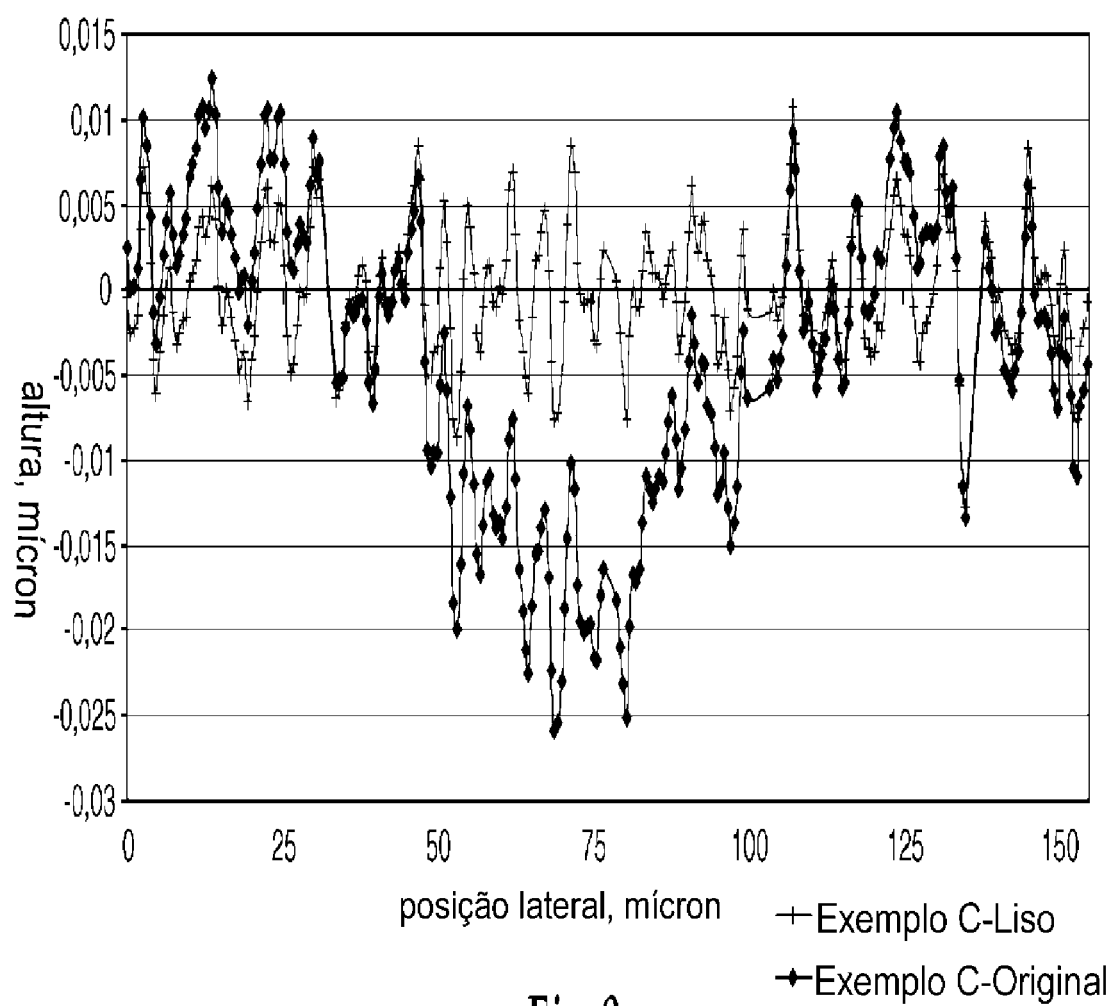


FIG. 7



*Fig. 9*

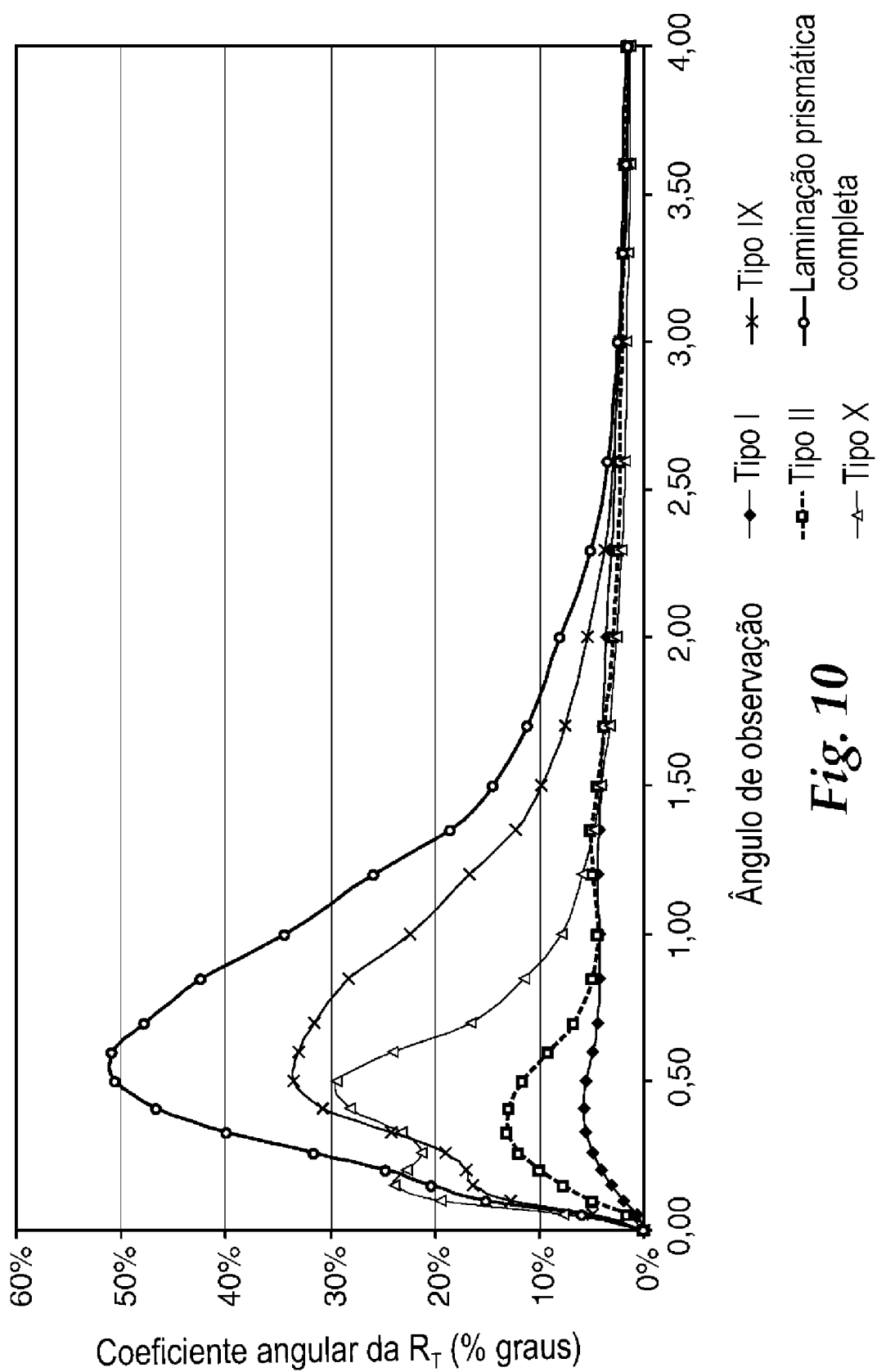
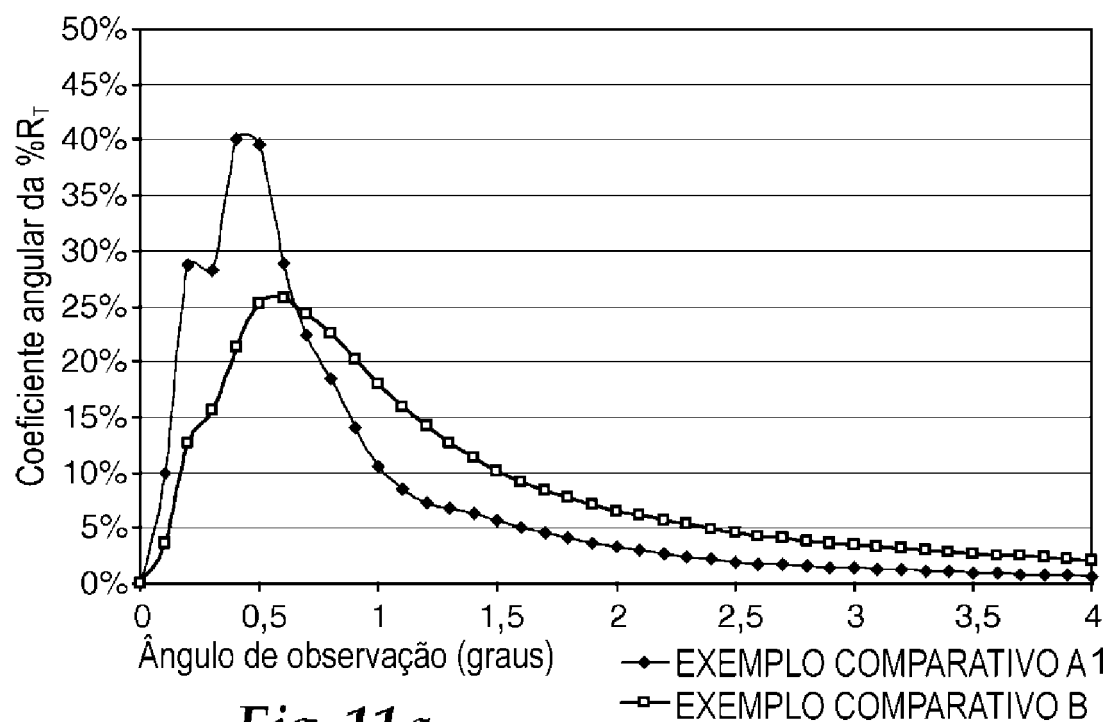
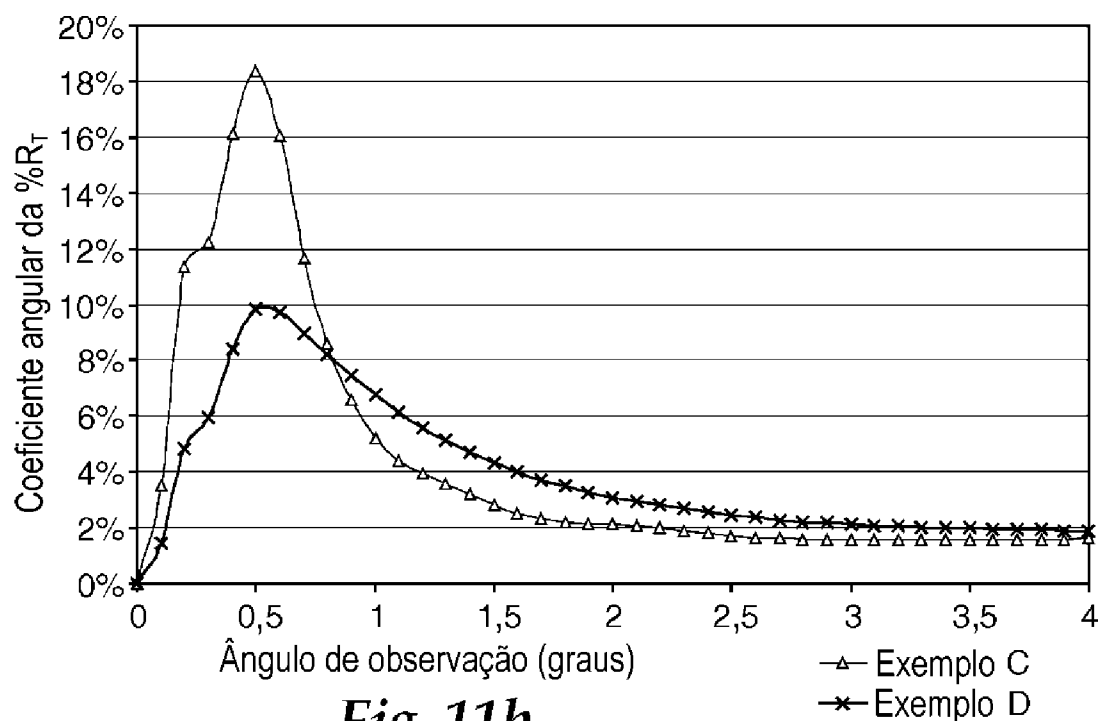


Fig. 10

**Fig. 11a****Fig. 11b**

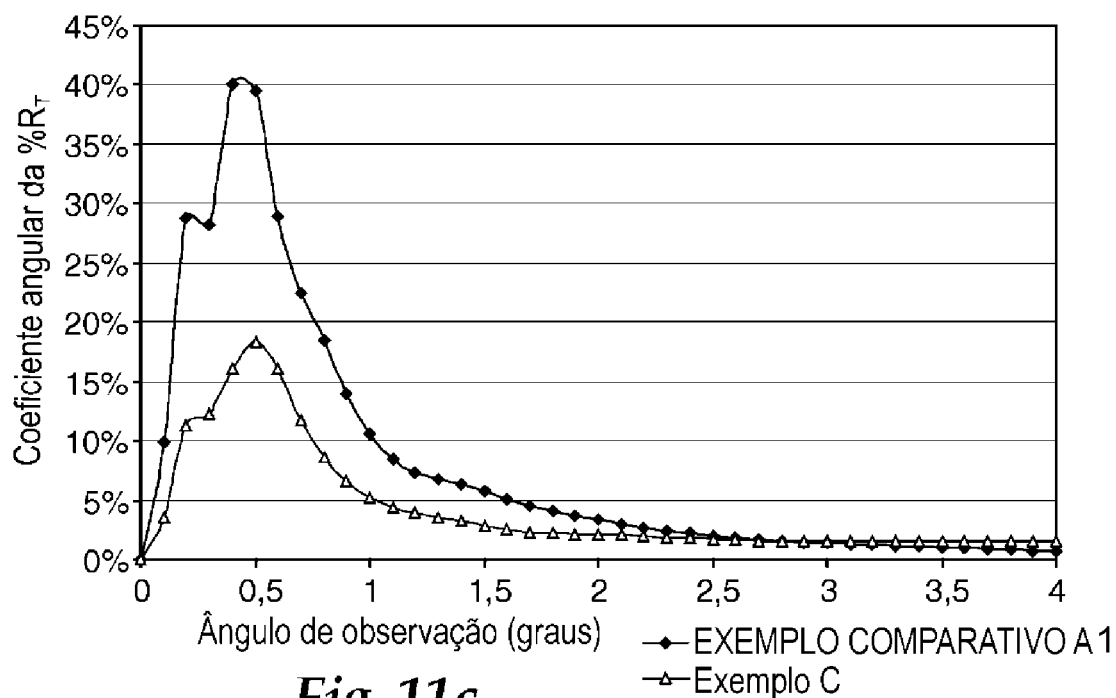


Fig. 11c

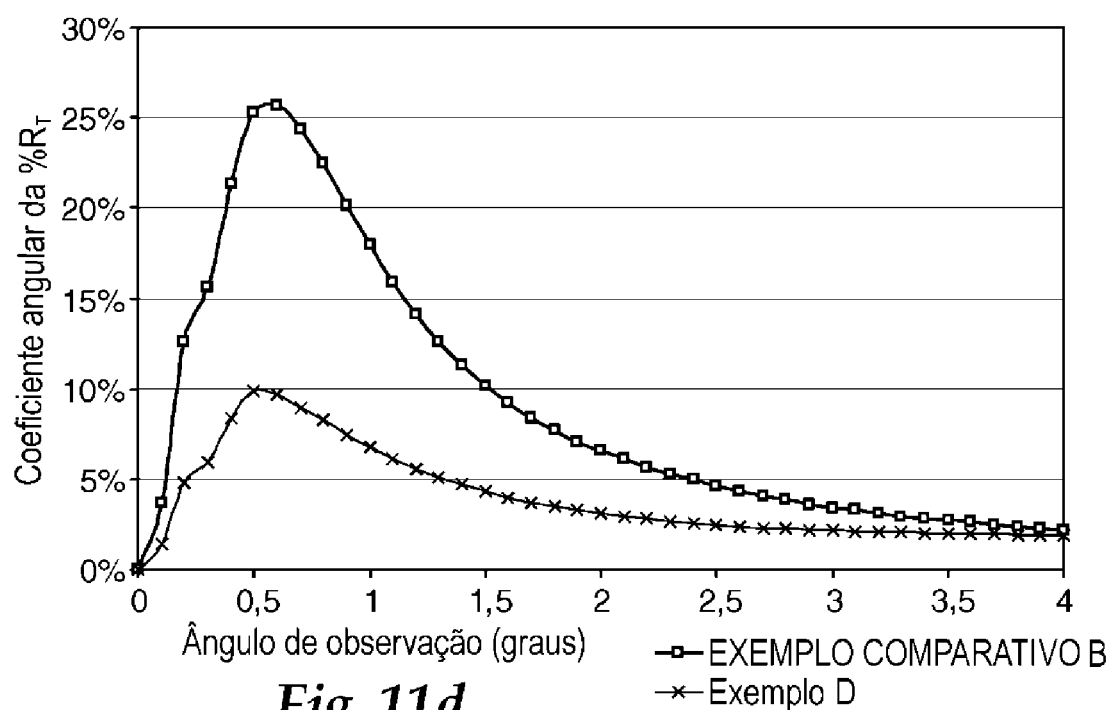


Fig. 11d

