



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

**(11) BR 112017025399-2 B1**



**(22) Data do Depósito: 27/05/2016**

**(45) Data de Concessão: 17/01/2023**

---

**(54) Título:** SISTEMA E MÉTODO DE IMPRESSÃO

**(51) Int.Cl.:** B41F 19/00; B41M 5/00; B05D 1/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 08/03/2016 GB 1603997.6; 17/08/2015 GB 1514618.6; 17/08/2015 GB 1514619.4; 27/05/2015 GB 1509080.6.

**(73) Titular(es):** ACTEGA METAL PRINT GMBH.

**(72) Inventor(es):** BENZION LANDA; ANTON KRASSILNIKOV; MOSHE FAHIMA; VADIM YAKHEL; BARAK EDGAR.

**(86) Pedido PCT:** PCT IB2016053145 de 27/05/2016

**(87) Publicação PCT:** WO 2016/189515 de 01/12/2016

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 27/11/2017

**(57) Resumo:** Trata-se de um método de impressão na superfície de um substrato, em que o método compreende i) revestir uma superfície doadora (12) com uma monocamada de partículas, ii) tratar a superfície de substrato (80) para produzir pelo menos pegajosidade de regiões selecionadas e iii) colocar em contato com a superfície de substrato com a superfície doadora para fazer com que as partículas se transfiram da superfície doadora apenas para as regiões pegajosas da superfície de substrato. Após a impressão em um substrato (20), a superfície doadora (12) retorna para a estação de revestimento (14), em que a continuidade da monocamada é restaurada cobrindo-se com partículas recentes as regiões da superfície doadora expostas pela transferência de partículas para o substrato.

**RELATÓRIO DESCRITIVO****"SISTEMA E MÉTODO DE IMPRESSÃO"****CAMPO**

[001] A presente revelação se refere a um sistema e método de impressão e, em particular, a um sistema e método com capacidade de aplicar a um substrato uma camada que tem uma aparência metálica.

**ANTECEDENTES**

[002] Dentre os diversos sistemas que foram propostos no passado para impressão em um substrato, como papel, cartão de película de plásticos, o sistema que possui a semelhança mais próxima ao sistema proposto no presente documento é imageamento de folha metálica, que é abrangido em duas categorias amplas. Em bloqueio de folha metálica quente, também conhecido como estampagem de folha metálica, uma matriz aquecida é estampada em uma folha metálica que é colocada contra o substrato. A folha metálica tem um revestimento, em geral, de metal e a aplicação de calor e pressão faz com que o revestimento seja aderido ao substrato de modo a deixar o projeto da matriz no substrato. Ao mesmo tempo, o revestimento de metal é removido para deixar atrás na folha metálica uma região esgotada do formato correspondente. A fusão de folha metálica ou estampagem de folha metálica a frio é um processo relacionado que evita a necessidade de uma matriz, em que a folha metálica é ligada a uma área de imagem que é coberta por um adesivo. A imagem de adesivo pode ser criada por impressão indireta com o uso de placas de impressão ou cilindros, como em deslocamento, impressoras de gravura e flexográficas, com o uso de telas de impressão, como em impressoras serigráficas, ou por impressão direta com o uso de padrões específicos de imagem, como em impressoras digitais. Para exemplo do último citado, um adesivo pode ser aplicado ao substrato (por exemplo, por jateamento de tinta) e, se necessário, de modo subsequente ser ativado (por exemplo, por calor) para aderir à folha metálica, conseqüentemente, ligando o mesmo ao substrato no padrão desejado.

Tais folhas metálicas compreendem, tipicamente, camadas na seguinte ordem, uma película carreadora, uma camada de liberação que possibilita a separação de um pigmento seguinte ou camada de metal mediante impressão e uma camada adesiva que facilita a fixação da camada de transmissão de cor anterior ao substrato de impressão. Camadas adicionais podem ser intercaladas nessa estrutura básica, como uma laca entre uma camada de liberação e uma camada de metal, por exemplo. Embora tais laminados metálicos possam ser dezenas de espessura de micrômetros, a espessura da camada de metal ou película completamente contínua em tais folhas metálicas laminadas é, em geral, de alguns micrômetros, tipicamente, menos de um, alguns laminados metálicos até mesmo fornecem um revestimento de metal integral fino de menos de umas centenas de nanômetros.

[003] Uma das desvantagens principais de fusão e estampagem de folha metálica é a grande quantidade de folha metálica que é desperdiçada durante cada processo de estampagem/fusão, conforme qualquer área de folha metálica que não é transferida para formar a imagem desejada no substrato não pode ser recuperada para impressões sucessivas. Visto que as folhas metálicas, especialmente laminados metálicos, são dispendiosas, processos de imageamento de folha metálica são métodos de custo relativamente alto, como tipicamente uma rolagem de folha metálica pode ser apenas usada uma vez e, quando descartada, apenas uma fração pequena do revestimento será usada.

#### **OBJETO**

[004] A presente revelação busca, *inter alia*, fornecer um método e sistema de impressão que representa uma alternativa eficaz para imageamento de folha metálica, mas que é mais econômica e favorável ao meio ambiente, possivelmente, que fornece propriedades físicas diferentes para matéria impressa. Adicionalmente, o método revelado no presente documento pode ser usado para a preparação de substratos revestidos.

#### **SUMÁRIO**

[005] De acordo com um primeiro aspecto da revelação, é fornecido um método de impressão em uma superfície de um substrato que compreende fornecer uma superfície doadora, que passa a superfície doadora através de uma estação de revestimento a partir da qual a superfície doadora sai revestida com uma monocamada de partículas individuais e que realiza repetidamente as etapas de:

a. tratar a superfície de substrato para produzir a afinidade das partículas com pelo menos regiões selecionadas da superfície de substrato maior que a afinidade das partículas com a superfície doadora,

b. colocar em contato com a superfície de substrato com a superfície doadora para fazer com que as partículas se transfiram da superfície doadora apenas para as regiões selecionadas tratadas da superfície de substrato, expondo, dessa maneira, regiões da superfície doadora a partir das quais as partículas são transferidas para regiões correspondentes no substrato; e

c. retornar a superfície doadora para a estação de revestimento para produzir a monocamada de partícula contínua a fim de permitir impressão de uma imagem subsequente em uma superfície de substrato.

[006] Será verificado que como no presente método de impressão, as partículas formam uma monocamada na superfície doadora, as partículas transferidas a partir da mesma também formam uma monocamada nas regiões selecionadas da superfície de substrato. As regiões do substrato adequadamente tratadas podem ser tidas como tendo uma camada receptiva.

[007] O método acima pode ser usado repetidamente para criar múltiplas cópias de uma mesma imagem ou de imagens diferentes nas superfícies relevantes de um ou mais substratos. Uma série de imagens impressas idênticas em um mesmo substrato é tipicamente denominada um "trabalho de impressão".

[008] O método no presente documento revelado pode incluir adicionalmente uma etapa de limpeza, durante a qual as partículas que permanecem na superfície doadora após entrar em contato o substrato são removidas da superfície doadora, de modo

que antes da próxima passagem pela estação de limpeza a superfície doadora seja substancialmente desprovida de partículas. Tal etapa de limpeza pode ser realizada durante cada ciclo de impressão ou periodicamente, por exemplo, entre trabalhos de impressão, alterações de partículas e similares. Um ciclo de impressão corresponde ao período de tempo entre passagem subsequente de um ponto de referência na superfície doadora através da estação de revestimento, em que tal passagem resulta da superfície doadora ser móvel em relação à estação de revestimento.

[009] A superfície doadora revestida com partículas é usada de uma maneira análoga à folha metálica usada em imageamento de folha metálica. No entanto, diferente do imageamento de folha metálica, o dano causado à continuidade da camada de partícula na superfície doadora por cada impressão pode ser reparado revestindo-se novamente apenas as regiões expostas da superfície doadora a partir das quais a camada anteriormente aplicada foi extraída por transferência para as regiões selecionadas do substrato.

[0010] A razão pela qual a camada de partícula na superfície doadora pode ser reparada após cada impressão é que as partículas são selecionadas para aderir à superfície doadora de modo mais forte que as mesmas aderem umas às outras. Isso resulta na camada aplicada que é substancialmente uma monocamada de partículas individuais. O termo "monocamada", definido mais rigorosamente no presente documento abaixo, é usado no presente documento para descrever uma camada em que - idealmente - cada partícula tem pelo menos uma porção que está em contato direto com a superfície doadora antes da impressão e pelo menos uma porção em contato com o substrato após impressão. Embora alguma sobreposição possa ocorrer entre partículas que entram em contato com qualquer tal superfície, a camada pode ser apenas uma partícula profunda sobre uma proporção maior da área da superfície. Isso ocorre pela mesma razão pela qual uma fita adesiva, quando usada para coletar um pó de uma superfície, coletará apenas uma camada de partículas de pó. Quando a fita adesiva ainda está recente, o pó será aderido ao adesivo até que

o mesmo cubra toda a superfície de fita. No entanto, uma vez o adesivo foi coberto com pó, a fita não pode mais ser usada para coletar o pó devido ao fato de que as partículas de pó não serão aderidas de modo forte umas às outras e podem ser simplesmente escovadas ou expelidas da fita. De modo similar, a monocamada no presente documento é formada a partir das partículas em contato suficiente com a superfície doadora e é, portanto, tipicamente uma única partícula espessa. O contato tido como sendo suficiente quando permite que a partícula permaneça fixada à superfície doadora na saída da estação de revestimento, por exemplo, após extração de excedente, polimento ou qualquer outra etapa similar, algumas das quais serão descritas em maiores detalhes, a título de exemplificação, no presente documento abaixo.

[0011] Ao colocar, por exemplo, uma partícula em formato de plaqueta em contato com a superfície doadora sobre a maior parte de sua face planar (por exemplo, que é substancialmente paralela), a espessura resultante da monocamada (na direção perpendicular à superfície) corresponderia aproximadamente à espessura da partícula, conseqüentemente, a espessura média da monocamada pode ser aproximada pela espessura média das partículas individuais que formam a mesma. No entanto, como poderia haver sobreposições parciais entre partículas adjacentes, a espessura da monocamada também pode quantificar, em alguns lugares, um múltiplo baixo da dimensão das partículas constituintes, dependendo do tipo de sobreposição, por exemplo, nos ângulos relativos, as partículas podem se formar entre si e/ou com a superfície doadora e/ou a extensão da sobreposição. Uma monocamada pode, portanto, ter uma espessura máxima (**T**) que corresponde a cerca de uma vez, ou cerca de duas vezes, ou cerca de três vezes, ou qualquer valor intermediário, de uma característica de dimensão mais afilada para as partículas envolvidas (por exemplo, a espessura das partículas para aquela em formato de flocos ou essencialmente o diâmetro de partícula para aquelas esféricas). A dimensão de característica mais delgada de uma partícula, ou população da mesma, pode, em geral, ser estimada por técnicas de microscópio, por exemplo, de imagens SEM ou SEM-FIB e pode ser

determinada de modo quantitativo para cada partícula, ou para todo o campo de visualização da imagem.

[0012] Devido à camada ser um mosaico de monocamada de partículas, se a superfície na entrada da estação de revestimento já transportar uma camada de partícula que é descontínua (devido ao fato de que as partículas foram extraídas das regiões selecionadas de uma camada contínua anteriormente aplicada), então, apenas as regiões empobrecidas podem ser restauradas com partículas sem depositar partículas recentes nessas regiões da camada anteriormente aplicada que ainda estão intactas. No entanto, partes do revestimento de monocamada que não são usadas em um ciclo de impressão podem ser removidas da superfície doadora (e, possivelmente, recicladas) e a superfície doadora pode ser limpa antes de uma nova monocamada ser aplicada ao próximo ciclo de impressão. Isso poderia ser desejável se as interações físicas que ocorrem durante a impressão de imagem modificassem de alguma forma as propriedades da superfície doadora, resultando em uma imagem fantasma que é impressa durante o ciclo de operação seguinte. Uma etapa de limpeza e uma possível etapa de tratamento poderiam, em tal caso, garantir que a superfície doadora seja restaurada para seu estado original no início de cada ciclo de operação.

[0013] Para um efeito relativamente suave ou aparência fosca, a cobertura de área pelo mosaico de partículas pode ser menor (por exemplo, abaixo de 50 %) que para aparência brilhante ou similar a espelho. Para tal aparência de visual de brilho alto, o mosaico de partículas pode cobrir de modo suficiente a superfície-alvo de modo que a reflexão que resulta das partículas transferidas para o substrato seja adequada para o efeito visual desejado. Para o mesmo efeito e assumindo que todos os outros parâmetros são equivalentes, as partículas que têm uma refletividade relativamente alta e/ou mais orientação paralela com o substrato de impressão pode apenas precisar cobrir uma porcentagem de área menor da superfície-alvo que as partículas que têm uma refletividade relativamente inferior e/ou uma orientação paralela mais/menos aleatória relativa ao substrato. A

refletividade relativa se refere às propriedades das respectivas partículas e também pode ser afetada pelas características do substrato, recursos da imagem de segundo plano e quaisquer tais considerações prontamente entendidas por indivíduos versados na técnica de impressão de metal. Por cobertura "suficiente", entende-se que o revestimento de partículas nas regiões de substrato relevantes será desprovido de defeitos perceptíveis a olho nu, como descontinuidades ou orifícios no mosaico de partículas que poderia expor a superfície de substrato para uma extensão visualmente detectável e prejudicial para o efeito pretendido. Ao ter pelo menos 50 % da área da superfície da região (ou regiões) de substrato selecionada a ser revestida, ou pelo menos 60 %, ou pelo menos 70 % dessa área coberta por partículas pode ser cobertura suficiente (isto é, fornecer uma camada de partículas suficientemente contínua).

[0014] Para aparência de alto padrão ou similar a espelho, substancialmente o todo das superfícies selecionadas do substrato a ser revestido pode precisar ser coberta. Por cobrir "substancialmente", entende-se que, para cobertura suficiente, o revestimento de partículas nas regiões de substrato relevantes será desprovido de defeitos visíveis, como descontinuidades ou orifícios no mosaico de partículas que poderia expor a superfície de substrato para uma extensão detectável por olho nu. Ao ter pelo menos 80 % da área da superfície da região (ou regiões) de substrato selecionada a ser revestida por partículas, ou pelo menos 85 %, ou pelo menos 90 % ou pelo menos 95 % da área coberta por partículas é considerada uma cobertura substancial (isto é, fornecer para uma camada de partículas substancialmente contínua).

[0015] Como tal, camadas suficiente ou substancialmente contínuas de partículas na superfície de substrato, ou parte das mesmas, resultam da transferência de mesmas partículas da superfície doadora, deve ser entendido que uma superfície doadora suficientemente revestida terá de modo correspondente pelo menos 50 %, ou pelo menos 60 %, ou pelo menos 70 % de sua área coberta por partículas, enquanto uma superfície doadora substancial e completamente revestida terá de modo correspondente pelo menos 80

%, ou pelo menos 85 %, ou pelo menos 90 % ou pelo menos 95 % de sua área coberta por partículas. Conforme mencionado, para efeito de limite inferior, uma cobertura de área de menos que 50 % pode ser satisfatória. Desse modo, dependendo do efeito desejado e nas partículas envolvidas, uma monocamada de até 50 % cobertura de área pode ser usada de acordo com os presentes ensinamentos. Dependendo da superfície a ser considerada, a cobertura de porcentagem de área pode ser de pelo menos 10 %, ou pelo menos 20 % ou pelo menos 30 %.

[0016] Para efeitos foscos, a partícula pode ser selecionada para fornecer tal aparência ou pode ser orientada no substrato de impressão de uma maneira que fornece tal efeito. Conforme prontamente entendido, as partículas que não são paralelas com a superfície de um substrato, mesmo se forem reflexivas, podem difratar luz de uma maneira que resulta em um efeito fosco geral. Um efeito fosco pode, portanto, ser alcançado usando-se um substrato que tem uma superfície relativamente áspera, uma camada receptiva relativamente fina que mantém a aspereza da superfície de recepção de partícula ou qualquer outro substrato com uma camada receptiva relativamente espessa, em que a superfície de recepção de partícula é padronizada para fornecer uma aspereza de superfície que fornece tal orientação "não paralela" ou aleatória das partículas e efeito fosco.

[0017] A porcentagem de uma área coberta por partículas fora de uma superfície-alvo específica pode ser avaliada por diversos métodos conhecidos por indivíduos versados na técnica, incluindo por determinação de densidade óptica, possivelmente em combinação com o estabelecimento de uma curva de calibragem de pontos de cobertura conhecidos, por medição de luz transmitida se ou as partículas ou o substrato forem suficientemente transparente, ou inversamente, por medição de luz refletida, por exemplo, se as partículas forem refletoras.

[0018] Conforme usado no relatório descritivo, um método preferencial de determinar a porcentagem de área de uma superfície de interesse coberta por partículas é como a seguir. As amostras quadradas que têm bordas de 1 cm são cortadas da superfície que é

estudada (por exemplo, da superfície doadora ou do substrato impresso). As amostras são analisadas por microscópio (ou microscópio confocal a laser (Olympus®, LEXT OLS30ISU) ou microscópio óptico (Olympus® BX61 U-LH100-3)) em uma magnificação de até x100 (produzindo um campo de visualização de pelo menos cerca de 128,9  $\mu\text{m}$  x 128,6  $\mu\text{m}$ ). Pelo menos três imagens representativas são capturadas em modo de refletância para cada amostra impressa em um substrato opaco (por exemplo, papel). As imagens capturadas foram analisadas com o uso de ImageJ, um programa de processamento de imagem Java de domínio público desenvolvido pelo Instituto Nacional de Saúde (NIH), EUA. As imagens são exibidas em escala de cinza de 8 bits, em que o programa é instruído para propor um valor limiar de diferenciação de refletância entre as partículas refletoras (pixels mais claros) e os interstícios que podem existir entre partículas próximas ou adjacentes (tais lacunas aparecem como pixels mais escuros). Um operador treinado pode ajustar o valor limiar proposto, se necessário, mas tipicamente confirma o mesmo. O programa de análise de imagem, então, prossegue para medir a quantidade de pixels que representam as partículas e a quantidade de pixels que representa as áreas não cobertas das lacunas entre as partículas, a partir do qual a porcentagem de área de cobertura pode ser prontamente calculada. As medições realizadas nas seções de imagens diferentes da mesma amostra são ponderadas. Quando as amostras são impressas em um substrato transparente (por exemplo, uma folha metálica de plástico translúcido), uma análise similar pode ser feita em modo de transmitância, as partículas aparecem como pixels mais escuros e as lacunas como pixels mais claros. Os resultados obtidos por tais métodos, ou por quaisquer técnicas substancialmente similares conhecidas por aqueles versados na técnica, são denominados cobertura de superfície óptica, que podem ser expressos em porcentagem ou como uma razão.

[0019] Se a impressão for ocorrer em toda a superfície do substrato, a camada receptiva, que pode, por exemplo, ser um adesivo, pode ser aplicada ao substrato por um rolo antes do mesmo ser pressionado contra a superfície doadora. Como as regiões de

um substrato são adequadamente tratadas para receber partículas que são transferidas da superfície doadora, também é possível dizer que abrigam uma camada receptiva correspondente, em que a mesma pode ser um adesivo ou atuar como o lado de adesivo da ilustração de fita, a camada receptiva pode, em geral, também ser denominada de um adesivo, isso não deve, no entanto, ser interpretado como limitante.

[0020] Se a impressão for ocorrer apenas em regiões selecionadas do substrato, por outro lado, então, é possível aplicar o adesivo por qualquer método de impressão convencional, por exemplo, por meio de uma matriz ou placas de impressão, ou por jateamento da camada receptiva na superfície do substrato. Como uma possibilidade adicional, é possível revestir toda a superfície do substrato com uma camada receptiva ativável que é "pegajosidade" seletivamente renderizada por meios de ativação adequados. Se aplicada de modo seletivo ou ativada de modo seletivo, a camada receptiva em tal caso forma um padrão que constitui pelo menos parte da imagem que é impressa no substrato.

[0021] O termo "pegajosidade" é usado no presente documento apenas para indicar que a superfície de substrato, ou qualquer região selecionada da mesma, tem afinidade suficiente com as partículas para separar as mesmas da superfície doadora e/ou para reter as mesmas no substrato, quando as duas são pressionadas uma contra a outra em uma estação de impressão e a mesma não precisa necessariamente ser pegajosa ao toque. Para permitir que a impressão de padrões em regiões selecionadas do substrato, a afinidade da camada receptiva, ativada se necessário, em direção às partículas precisa ser maior que a afinidade do substrato sem revestimento com as partículas. No presente contexto, um substrato é denominado "sem revestimento" se não possuir uma camada receptiva ou não possuir uma camada receptiva ativada de modo adequado, conforme pode ser o caso. Embora o substrato sem revestimento deva, para maior parte dos propósitos, ter substancialmente nenhuma afinidade com as partículas, para possibilitar que a afinidade seletiva da camada receptiva, alguma afinidade residual pode ser tolerada (por exemplo, se não

visualmente detectável) ou mesmo desejada para efeitos de impressão particulares.

[0022] A camada receptiva pode, por exemplo, ser ativada por exposição à radiação (por exemplo, UV, IR e quase IR) antes de ser pressionada contra a superfície doadora. Outros meios de ativação de camada receptiva incluem temperatura, pressão, umidade (por exemplo, para adesivos novamente umidificados) e mesmo ultrassom e tais meios de tratar a superfície de camada receptiva de um substrato podem ser combinados para produzir pegajosidade com a camada receptiva compatível.

[0023] Embora a natureza da camada receptiva seja aplicada à superfície do substrato possa diferir, dentre outras coisas, de substrato para substrato, com o modo de aplicação e/ou os meios selecionados de ativação, tais formulações são conhecidas na técnica e não precisam ser adicionalmente detalhadas para um entendimento do presente método e sistema de impressão. Brevemente, polímeros termoplásticos, termorrígidos ou termofusíveis compatíveis com o substrato pretendido e que exibem pegajosidade suficiente, afinidade relativa, com a partícula pretendida, opcionalmente, mediante ativação, podem ser usados para a implantação da presente revelação. De preferência, a camada receptiva é selecionada de modo que a mesma não interfira com o efeito de impressão desejado (por exemplo, claro, transparente e/ou incolor).

[0024] Um recurso desejado dos adesivos adequados se refere ao período de tempo relativamente curto necessário para ativar a camada receptiva, isto é, alterar de modo seletivo a camada receptiva de um estado de não pegajosidade para um estado de pegajosidade, aumentar a afinidade da região selecionada do substrato de modo que o mesmo se torne suficientemente fixado às partículas para separar as mesmas da superfície doadora. Os tempos de ativação rápida possibilitam que a camada receptiva seja usada em impressão de alta velocidade. Os adesivos adequados para implantação da presente revelação têm, de preferência, capacidade de ativação dentro de um período de tempo no não maior que o tempo

que o substrato leva para se deslocar de um estado de ativação para a estação de impressão.

[0025] Em algumas modalidades, a ativação da camada receptiva pode ocorrer substancialmente de modo instantâneo no tempo da impressão. Em outras modalidades, a estação ou etapa de ativação pode anteceder a impressão, nesse caso, a camada receptiva pode ser ativada dentro de um período de tempo menor que 10 segundos ou 1 segundo, em particular, em um período de tempo menor que cerca de 0,1 segundo e ainda menor que 0,01 segundo. Esse período de tempo é denominado, no presente documento, como o "tempo de ativação" da camada receptiva.

[0026] Uma camada receptiva exige ativação para adquirir afinidade suficiente, precisa permanecer em tal estado tempo suficiente para permitir pelo menos transferência das partículas da superfície doadora para o substrato de impressão antes da camada receptiva perder sua pegajosidade. Em alguns sistemas de impressão, a camada receptiva pode ser aplicada em cada substrato "em linha" a montante da estação de impressão, de modo a ser depositado em forma pegajosa. O período de tempo durante o qual a camada receptiva é suficientemente pegajosa para o sistema pretendido é descrito no presente documento como o "tempo aberto" da camada receptiva. Adesivos adequados exibem um tempo aberto proporcional às condições de transferência e/ou as estações ou etapas subsequentes do sistema ou processo de impressão particular. Se, por exemplo, o sistema de impressão compreender uma pluralidade de estações de revestimento, é desejado que a camada receptiva seja ativada de modo seletivo em ou antes de alcançar uma primeira estação reversa para um estado de não pegajosidade antes alcançar uma segunda estação de revestimento na qual o tratamento do substrato poderia ser aplicado a uma porção diferente, mais provavelmente, para aderir às partículas que têm propriedades diferentes (por exemplo, cores diferentes). Em alguns sistemas de impressão, a camada receptiva pode ser constantemente pegajosa, em que seu tempo aberto "infinito" é, de fato, limitado pela aplicação subsequente das partículas, que

bloqueiam sua habilidade posterior para aderir adicionalmente às partículas adicionais.

[0027] Em geral, tempos abertos de adesivos ativados são, adequadamente, de pelo menos cerca de 0,01 segundo para alguns segundos (por exemplo, até 10 segundos), embora tempos abertos mais longos (por exemplo, de alguns minutos) possam ser adequados para determinadas aplicações e tempos abertos "infinitos" podem ser adequados quando a camada receptiva está sendo aplicada no estágio de pegajosidade (em outras palavras, "já ativada") em um padrão desejado a montante da estação de impressão (por exemplo, o substrato é tratado por deposição de um material pegajoso em sua superfície).

[0028] Independentemente do método de impressão que foi usado para aplicar ou ativar a camada receptiva para o lado de recebimento de imagem de um substrato, tal aplicação ou ativação é opcionalmente seletiva de modo a formar um padrão desejado, em que uma camada receptiva adequada pode ser selecionada como a seguir.

[0029] Conforme já mencionado, uma camada receptiva adequada precisa ter afinidade suficiente com as partículas para formar a monocamada de acordo com os presentes ensinamentos. Essa afinidade, que pode ser considerada de modo alternativo como um contato íntimo entre as duas, precisa ser suficiente para reter as partículas na superfície da camada receptiva e pode resultar das respectivas propriedades físicas e/ou químicas da camada e das partículas. Por exemplo, a camada receptiva pode ter uma dureza suficientemente alta para fornecer qualidade de impressão satisfatória, mas suficientemente baixa para permitir a adesão das partículas à camada. Tal faixa ideal pode ser vista como possibilitando que a camada receptiva seja "localmente deformável" na escala das partículas, de modo a formar contato suficiente. Tal afinidade ou contato pode ser adicionalmente aumentado por ligação química. Por exemplo, os materiais que formam a camada receptiva podem ser selecionados para ter grupos funcionais adequados para reter as partículas por ligação reversível (que suporta interações eletrostáticas não covalentes, ligações de

hidrogênio e interações de Van der Waals) ou por ligação covalente. Do mesmo modo, a camada receptiva precisa ser adequada para o substrato pretendido de impressão, em que todas as considerações acima são conhecidas pelo indivíduo versado na técnica.

[0030] A camada receptiva pode ter uma ampla faixa de espessura, dependendo, por exemplo, do substrato de impressão e/ou do efeito de impressão desejado. Uma camada receptiva relativamente espessa pode fornecer um aspecto de "gravação", em que o projeto é elevado acima da superfície do substrato circundante. Uma camada receptiva relativamente fina pode seguir o contorno da superfície do substrato de impressão e, por exemplo, para substratos ásperos possibilita um aspecto fosco. Para aspecto brilhante, a espessura da camada receptiva é tipicamente selecionada para ocultar a aspereza de substrato, de modo a fornecer uma superfície uniforme. Por exemplo, para cada substrato macio, como películas de plástico, a camada receptiva pode ter uma espessura de apenas algumas dezenas de nanômetros, por exemplo, de cerca de 100 nm para uma película de poliéster (por exemplo, uma folha metálica de tereftalato de polietileno (PET)) que tem uma aspereza de superfície de 50 nm, em que películas de PET mais macias permitem o uso de camadas receptivas ainda mais finas. Os substratos que tem superfícies mais ásperas na faixa de micron ou dezenas de microns se beneficiarão de uma camada receptiva que tem uma espessura na mesma faixa de tamanho ou ordem de faixa de tamanho, se efeito brilhoso, conseqüentemente, algum nivelamento/ocultação de aspereza de substrato for desejado. Portanto, dependendo do substrato e/ou efeito desejado, a camada receptiva pode ter uma espessura de pelo menos 10 nm, ou pelo menos 50 nm, ou pelo menos 100 nm, ou pelo menos 500 nm ou pelo menos 1.000 nm. Para efeitos de que pode ser perceptível por detecção tátil e/ou visual, a camada receptiva ainda pode ter uma espessura de pelo menos 1,2 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ), pelo menos 1,5  $\mu\text{m}$ , pelo menos 2  $\mu\text{m}$ , pelo menos 3  $\mu\text{m}$ , pelo menos 5  $\mu\text{m}$ , pelo menos 10  $\mu\text{m}$ , pelo menos 20  $\mu\text{m}$ , pelo menos 30  $\mu\text{m}$ , pelo menos 50  $\mu\text{m}$ , ou pelo menos 100  $\mu\text{m}$ . Embora alguns efeitos e/ou substratos (por exemplo,

cartolina, caixa de papelão, tecido, couro e similares) possam precisar de camadas receptivas que têm uma espessura na faixa de milímetro, em que a espessura da camada receptiva tipicamente não excede 800 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ), de no máximo 600  $\mu\text{m}$ , no máximo 500  $\mu\text{m}$ , no máximo 300  $\mu\text{m}$ , no máximo 250  $\mu\text{m}$ , no máximo 200  $\mu\text{m}$ , ou no máximo 150  $\mu\text{m}$ .

[0031] Após a impressão ter ocorrido, a saber, após as partículas serem transferidas da superfície doadora para as regiões pegajosas da superfície de substrato tratada (isto é, a camada receptiva) mediante pressionamento, o substrato pode ser adicionalmente processado, como por aplicação de calor e/ou pressão, para fixar ou polir a imagem impressa e/ou o mesmo pode ser revestido com um verniz (por exemplo, transparente colorido ou incolor, sobrerrevestimento translúcido ou opaco) para proteger a superfície impressa e/ou o mesmo pode sofrer sobreimpressão com uma tinta de uma cor diferente (por exemplo, que forma uma imagem de primeiro plano). Embora algumas etapas pós-transferência possam ser realizadas em toda a superfície do substrato impresso (por exemplo, pressão adicional), outras etapas podem ser aplicadas apenas às partes selecionadas do mesmo. Por exemplo, um verniz pode ser aplicado de modo seletivo às partes da imagem, por exemplo, às regiões selecionadas revestidas com as partículas, opcionalmente, conferir adicionalmente um efeito de coloração.

[0032] Tais sobrerrevestimentos eletivos que podem cobrir e, opcionalmente, vedar pelo menos regiões do substrato revestidas com a monocamada de partículas, vantajosamente, podem aderir de modo satisfatório às partículas e/ou serem compatíveis com a camada receptiva abaixo da dita monocamada.

[0033] A fixação do sobrerrevestimento às partículas pode ser opcionalmente aperfeiçoada por tratamento físico da superfície com plasma ou uma descarga de corona. Em modalidades em que a camada receptiva necessita de tratamento pós-impressão, o sobrerrevestimento, de preferência, possibilita tal tratamento. Se, por exemplo, uma camada receptiva particular necessitar de cura por UV final logo após a transferência de partículas, um

sobrerrevestimento aplicado nas partículas precisa permitir a transmissão da radiação UV necessária para alcançar tal cura.

[0034] Qualquer dispositivo adequado para realizar qualquer tal etapa de pós-transferência pode ser denominada um dispositivo de pós-transferência (por exemplo, um dispositivo de revestimento, um dispositivo de polimento, um dispositivo de pressionamento, um dispositivo de aquecimento, um dispositivo de cura e similares). Os dispositivos pós-transferência podem incluir adicionalmente qualquer dispositivo de finalização convencionalmente usado no sistema de impressão (por exemplo, um dispositivo de laminação, um dispositivo de corte, um dispositivo de ajuste, um dispositivo de furo, um dispositivo de gravação em relevo, um dispositivo de perfuração, um dispositivo de vincagem, um dispositivo de ligação, um dispositivo de dobra e similares). Os dispositivos pós-transferência podem ser qualquer equipamento convencional adequado e sua integração no presente sistema de impressão será claro para o indivíduo versado na técnica sem a necessidade de descrição mais detalhada.

[0035] As partículas podem incluir qualquer material a ser aplicado à superfície do substrato. Em particular, material adequado para as partículas pode incluir compostos que fornecem um efeito de impressão desejado e abrangem agentes de coloração (por exemplo, pigmentos e corantes), em geral, ligados a uma resina polimérica (por exemplo, um polímero não termoplástico) e qualquer outro material que tem um efeito de impressão desejado (por exemplo, fornecer uma aparência metálica ou um efeito brilhante etc.).

[0036] Como o efeito a ser alcançado é similar ao imageamento de folha metálica, como usado, por exemplo, para impressão de metal, então, as partículas podem ser grãos ou flocos de metais, como alumínio, cobre, ferro, zinco, níquel, estanho, titânio, ouro ou prata, ou ligas, como aço, bronze ou latão e compostos similares incluindo predominantemente metais. Além de serem produzidas a partir de metais reais, partículas adequadas podem ser produzidas a partir de compostos fornecer para um efeito visual similar (por exemplo, produzidas a partir de um material

polimérico ou de cerâmica que tem uma aparência metálica). Tais materiais "similares a metal" são, tipicamente, predominantemente não metálicos, um revestimento de metal serve opcionalmente para fornecer a refletividade de luz que pode ser percebida como metálica. A título de exemplo, partículas fabricadas com o uso do método de PVD (deposição de vapor físico), em que uma folha metálica de polímero é vapor revestido em vácuo com o metal de interesse (incluindo cromo, magnésio e os metais exemplificativos mencionados acima) e, em seguida, comprimida para formar flocos individuais, podem formar partículas similares a metal se a cadeia principal de polímero for retida e podem ser consideradas "metálicas" se o polímero for eliminado após o processo de deposição.

[0037] Se o efeito a ser alcançado incluir um efeito brilhoso e/ou um efeito perolado e/ou um efeito nacarado, polímeros sintéticos elevados (incluindo, por exemplo, estruturas com múltiplas camadas de poliacrilatos), fluoreto de magnésio, muscovita, aragonita, dióxido de titânio rutilo ou anátase, compostos de mica (tipicamente revestidos com óxidos de metal) e similares podem ser usados para as partículas. Todas as partículas exemplificativas anteriores, incluindo as partículas genuinamente metálicas, embora coletivamente denominadas por questão de simplicidade partículas "com aparência de metal" (isto é, fornecer um efeito visual similar a um composto metálico), podem ser revestidas ou não revestidas.

[0038] O revestimento das partículas, que pode ser aplicado por meios físicos, mas, mais tipicamente, químicos, pode, dentre outras coisas, reduzir ou impedir que as partículas grudem umas nas outras (por exemplo, como alcançável com agentes anti-empelotamento e similares), aumentar a repulsão entre as partículas (por exemplo, como alcançável aumentando-se a carga das partículas), proteger as partículas de modificação química indesejada (por exemplo, reduzir, impedir ou atrasar a oxidação de metais e ligas ou qualquer outro envelhecimento prejudicial das partículas com aparência de metal) ou, ainda, aumentar a afinidade das partículas com a superfície doadora ou com as

regiões selecionadas do substrato, conforme desejado (por exemplo, modificar a hidrofobicidade dos revestimentos/superfícies).

[0039] Sem desejar se vincular à teoria, acredita-se que as partículas podem ter uma tendência para aderir à superfície doadora, não apenas por conta da interação entre duas superfícies hidrofóbicas diferentes, mas também como resultado de uma interação baseada em carga. Portanto, pode ser possível aperfeiçoar a afinidade entre as partículas e a superfície doadora submetendo-se a superfície doadora a um tratamento de condicionamento, como expondo a uma descarga de corona ou aplicação de uma solução de tratamento químico. Qualquer tal tratamento pode ser realizado por um dispositivo de condicionamento adequado.

[0040] As partículas adequadas para um sistema e método de impressão de acordo com os presentes ensinamentos podem, por exemplo, ser revestidas por um ou mais dentre i) um ácido graxo ou ácido carboxílico não modificado ou modificado, o ácido carboxílico selecionado a partir do grupo que compreende, porém, sem limitação, ácido esteárico, ácido palmítico, ácido be-hênico, ácido benzoico e ácido oleico; ii) uma substância oleosa selecionada a partir do grupo que compreende, porém, sem limitação, óleos vegetais, como óleo de linhaça, óleo de girassol, óleo de babaçu, óleo de soja e óleo de coco; óleos minerais e óleos sintéticos; e iii) um óxido que pode ser do mesmo material ou de material diferente conforme a partícula de núcleo é revestida. Por exemplo, partículas de alumínio podem ser revestidas com um óxido de alumínio ou um dióxido de silício e partículas de mica podem ser revestidas com dióxido de titânio e ferro óxido, por exemplo. O revestimento de partícula pode, opcionalmente, modificar o efeito de coloração da partícula de núcleo, isso pode ser alcançado, por exemplo, com alguns óxidos de metal ou com polímeros pigmentados (por exemplo, um poliacrilato que contém pigmentos de absorção inorgânica ou orgânica). Tal efeito de coloração também pode resultar da escolha da partícula de núcleo, ou de uma oxidação parcial da mesma.

[0041] Se polímeros coloridos ou com aparência de metal, as partículas podem fornecer, uma vez transferidos para o substrato de impressão, uma imagem brilhante ou fosca e para qualquer outro tipo de efeito desejado de acordo com as partículas selecionadas.

[0042] De acordo com um aspecto adicional da revelação, é fornecido um sistema de impressão que compreende:

[0043] uma superfície doadora contínua que circula de modo contínuo,

[0044] uma estação de revestimento para aplicar partículas à superfície doadora, em que a superfície doadora sustenta um revestimento de monocamada de partículas individuais na saída da estação de revestimento,

[0045] uma estação de tratamento na qual uma superfície de substrato é tratada para produzir regiões selecionadas da superfície de substrato que tem uma afinidade com as partículas na superfície doadora que é maior que a afinidade das partículas para a superfície doadora e

[0046] uma estação de impressão na qual a superfície de substrato entra em contato com a superfície doadora para fazer com que as partículas se transfiram da superfície doadora apenas para as regiões selecionadas da superfície de substrato expondo, dessa maneira, regiões correspondentes da superfície doadora,

[0047] em que após passar pela estação de impressão, a superfície doadora retorna, durante a operação, para a estação de revestimento para a camada de partículas a ser produzida contínua pela aplicação de partículas recentes às regiões expostas da superfície doadora.

[0048] É possível que a estação de revestimento seja estática, enquanto a superfície doadora é móvel de maneira cíclica, que é ou a superfície externa de um tambor giratório, ou de uma correia de circulação contínua ou mesmo de uma placa que se move para frente e para trás de modo a garantir que sua superfície seja exposta à estação de revestimento de borda a borda. Todas tais formas de superfícies doadoras podem ser tidas como sendo móveis (por exemplo, móvel de maneira cíclica, de

maneira contínua ou repetidamente) em relação à estação de revestimento, em que as partículas podem ser aplicadas à superfície doadora, em que a superfície doadora suporta um revestimento de monocamada de partículas individuais na saída da estação de revestimento (que completou um ciclo). A passagem da superfície doadora através de uma estação de revestimento ou da superfície doadora que está circulando de maneira contínua na mesma pode ser alcançada por qualquer tal superfície doadora móvel.

[0049] Em algumas modalidades, a estação de revestimento compreende um suprimento de partículas suspensas em um fluido, em que as partículas aderem de modo mais forte à superfície doadora que umas às outras, um dispositivo de aplicação para aplicar o fluido à superfície doadora de uma maneira a fazer com que as partículas suspensas no fluido sejam aderidas à superfície doadora de modo a formar um revestimento de partícula na superfície e um sistema de extração de excedente operativo para extrair fluido e para remover partículas excedentes que não estão em contato direto com a superfície, de modo a deixar que apenas uma monocamada de partículas seja aderida à superfície doadora na saída da estação de revestimento.

[0050] O dispositivo de aplicação pode compreender uma cabeça de aspersor para aspergir o fluido e partículas suspensas diretamente na superfície doadora. De modo alternativo, o dispositivo de aplicação pode compreender um aplicador giratório operativo para limpar o fluido e partículas suspensas na superfície. Quando as partículas são aplicadas pelo dispositivo de aplicação em um fluido líquido, o dispositivo pode compreender adicionalmente, se necessário, um elemento de secagem que possibilita que o revestimento de partícula seja substancialmente seco no momento em que o mesmo alcança uma estação subsequente. Em algumas modalidades, as partículas na superfície doadora são substancialmente secas ao serem colocada em contato com a camada receptiva no substrato na estação de impressão.

[0051] Na presente revelação, o termo "suspensão em" e suas variações devem ser entendidos como "transportado por" e

termos similares, que não se referem a qualquer tipo particular de mistura de materiais da mesma fase ou de fase diferente.

[0052] O sistema de impressão pode ser uma máquina desligada, independente, ou pode estar em linha com uma prensa de impressão e/ou outras unidades de finalização. Por exemplo, o sistema de impressão, de acordo com a presente revelação, pode servir como uma estação ou módulo em deslocamento, prensas de impressão digital, serigráfica, de gravura e flexográfica.

[0053] Adicionalmente, um sistema de impressão de acordo com os presentes ensinamentos pode compreender, a montante da estação de revestimento, mais de uma estação para aplicar uma camada receptiva ou tratar o substrato para formar os mesmos. Por exemplo, o sistema pode incluir uma estação para aplicar uma imagem de segundo plano, em que a camada receptiva é aplicada ou ativada de modo subsequente, como consequência, para formar (após a impressão) uma imagem de primeiro plano no plano de fundo anteriormente aplicado. Por outro lado, a camada receptiva pode formar uma imagem de segundo plano, enquanto que uma imagem de primeiro plano é, em seguida, aplicada. As imagens de primeiro plano e de plano de fundo podem formar partes distintas da imagem a ser impressa, mas também podem ser sobrepor. Cada uma das imagens de primeiro plano e de plano de fundo, se ambas forem desejadas para uma imagem particular a ser impressa, pode ser aplicada por qualquer sistema de impressão.

[0054] Por exemplo, uma imagem de segundo plano pode ser aplicada em uma primeira estação para impressão flexográfica de uma proximidade colorida e uma camada receptiva pode ser aplicada em uma segunda estação, de uma maneira que pode ou pelo menos parcialmente se sobrepor à imagem de segundo plano ou em uma região de não sobreposição separada do substrato.

[0055] O método de impressão e o sistema de impressão descritos acima podem ter uma ampla faixa de usos em impressão comercial e decorativa, incluindo na indústria de publicação e embalagem, em que os mesmos podem servir, por exemplo, para criar acabamentos decorativos (por exemplo, em empacotamento luxuoso) e medidas antifalsificação (por exemplo, em notas bancárias).

**BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[0056] As modalidades da revelação serão descritas agora, a título de exemplificação, em referência aos desenhos anexos, em que:

[0057] Figura 1 representa esquematicamente uma modalidade de um sistema de impressão da presente revelação;

[0058] A Figura 2 é uma vista similar àquela da Figura 1 que mostra uma modalidade que tem um dispositivo de aplicação de partícula alternativo que inclui um aplicador giratório;

[0059] A Figura 3 ilustra esquematicamente uma modalidade exemplificativa de uma estação de revestimento para um sistema de impressão de acordo com a presente revelação;

[0060] A Figura 4 ilustra esquematicamente uma modalidade exemplificativa de um sistema de impressão que tem uma pluralidade de estações de impressão de acordo com a presente revelação;

[0061] A Figura 5A é uma figuração em um substrato de papel de plano de fundo preto que suporta um padrão alternativo de uma camada receptiva aplicada por impressão flexográfica, o em que o substrato ainda deve ser alimentado em uma estação de impressão de acordo com a presente revelação;

[0062] A Figura 5B é uma figuração do mesmo padrão, conforme mostrado na Figura 5A, aplicada em um substrato de papel branco, na saída da estação de impressão;

[0063] A Figura 5C é uma figuração do mesmo padrão, conforme mostrado na Figura 5A, aplicada em um substrato de plástico transparente, na saída da estação de impressão;

[0064] A Figura 5D é uma figuração do mesmo substrato, conforme mostrado na Figura 5A, na saída da estação de impressão;

[0065] As Figuras 6A a 6D são detalhes das Figuras 5A a 5D, respectivamente, desenhados em uma escala ampliada;

[0066] A Figura 7A é uma imagem capturada por microscópio confocal de uma superfície de substrato metalizado produzida por estampagem de folha metálica a quente;

[0067] A Figura 7B é uma imagem capturada por microscópio confocal de uma superfície de substrato metalizado produzida por impressão por deslocamento;

[0068] A Figura 7C é uma imagem capturada por microscópio confocal de uma superfície de substrato metalizado produzida por impressão por gravura;

[0069] A Figura 7D é uma imagem capturada por microscópio confocal de uma superfície de substrato metalizado produzida por impressão flexográfica;

[0070] A Figura 7E é uma imagem capturada por microscópio confocal de uma superfície de substrato metalizado produzida com o uso de um sistema e método de impressão da presente revelação;

[0071] A Figura 7F é uma imagem capturada por microscópio confocal de uma superfície doadora revestida por partícula usada no sistema e método de impressão da presente revelação;

[0072] As Figuras 8 A e 8B são ilustrações esquemáticas de corte transversal de construções impressas que podem ser produzidas com o uso de um sistema e método de impressão da presente revelação;

[0073] A Figura 9A é uma ilustração esquemática de corte transversal de uma construção de impressão convencional que pode ser obtida por impressão de metal de folha metálica;

[0074] A Figura 9B é uma ilustração esquemática de corte transversal de uma construção de impressão que pode ser obtida por impressão convencional com o uso de uma tinta metálica que contém aglutinante típica, em que as partículas exibem um comportamento de não folhagem; e

[0075] A Figura 9C é uma ilustração esquemática de corte transversal de uma construção de impressão que pode ser obtida por impressão convencional com o uso de uma tinta metálica que contém aglutinante típica, em que as partículas exibem um comportamento de folhagem.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA**

[0076] A descrição subsequente, juntamente com as Figuras, torna evidente para um indivíduo que tem habilidade comum na técnica pertinente como os ensinamentos da revelação podem ser

praticados, por meio de exemplos não limitantes. As Figuras são para o propósito de discussão ilustrativa e nenhuma tentativa é realizada para mostrar detalhes estruturais de uma modalidade em maiores detalhes que é necessária para um entendimento fundamental da revelação. A título de clareza e simplicidade, alguns objetos representados nas Figuras podem não ser desenhados em escala.

#### Descrição geral do sistema de impressão

[0077] A **Figura 1** mostra um tambor 10 que tem uma superfície externa 12 que serve como uma superfície doadora. Conforme o tambor gira em sentido horário, conforme representado por uma seta, o mesmo passa abaixo de um aparelho de revestimento de partícula 14 em que o mesmo adquire um revestimento de monocamada de partículas finas. A seguir, a superfície passa através de uma estação de impressão 18 em que um substrato de impressão 20 é compactado entre o tambor 10 e um cilindro de impressão 22. O lado do substrato de impressão 20 ao qual as partículas são transferidas pode ser denominado uma superfície de recebimento de imagem 80 nas **Figuras 1 e 2**. As regiões selecionadas da superfície do substrato de impressão 20 são produzidas pegajosas, por exemplo, em uma das maneiras descritas abaixo, antes de entrar em contato com a superfície doadora 12. Isso faz com que a monocamada de partículas finas seja aderida às regiões pegajosas do substrato e se separe da superfície doadora 12. As regiões na superfície doadora que correspondem às áreas ou regiões pegajosas selecionadas do substrato que suportam a camada receptiva conseqüentemente se tornam expostas, que é empobrecida pela transferência de partículas. A superfície doadora 12 pode, então, completar seu ciclo ao retornar para o aparelho de revestimento 14, em que um revestimento de partícula de monocamada recente é aplicado apenas às regiões expostas a partir das quais as partículas anteriormente aplicadas foram transferidas para as regiões selecionadas do substrato 20 na estação de impressão 18.

[0078] Na modalidade da **Figura 1**, o substrato 20 transporta uma camada receptiva (por exemplo, produzida a partir de um adesivo) que é ativada e tornada pegajosa em regiões selecionadas por exposição à radiação com o uso de uma estação de

tratamento de um sistema de imageamento 16, descrito em maiores detalhes abaixo. Na modalidade da Figura 2, por outro lado, antes de entrar em contato com a superfície doadora 12, o substrato 20 passa através de uma estação de tratamento 36 entre uma matriz 30 e um rolo 32. A matriz 30 tem um padrão gofrado que coleta um adesivo de um rolo de aplicação 34 (por exemplo, um rolo de anilox) e coloca a camada receptiva 26 (por exemplo, uma camada adesiva) no substrato de acordo com o padrão de matriz. Se impressão cobrir toda a superfície do substrato 20, a matriz 30 pode ser substituída por um rolo achatado. Os rolos 30, 32 e 34 podem formar tipos adicionais de estações de tratamento giratórias 36 e podem, por exemplo, servir para a aplicação e/ou ativação de uma camada receptiva por deslocamento, rotogravura, flexografia ou impressão por serigrafia giratória. Uma estação de tratamento, conforme ilustrado por sistema de imageamento 16 pode ser denominada uma estação de tratamento digital, enquanto uma estação de tratamento, conforme ilustrado por sistema giratório 36, pode ser denominada uma estação de tratamento analógica.

[0079] Os exemplos acima também ilustram duas opções para a preparação do substrato que suporta a camada receptiva ou adesivo ativo ou "ativável" (já pegajoso, com afinidade suficiente com as partículas). Em um caso, tal preparação pode ocorrer em estado desligado, o sistema de impressão apenas necessita de um sistema de transporte de substrato com capacidade para alimentar tais substratos preparados em estado desligado para a estação de impressão, em que a ativação ocorre ou a jusante da estação de tratamento em que a camada receptiva foi aplicada ou na estação de impressão. Em outro caso, a adição da camada receptiva ao substrato ou sua ativação pode ocorrer em linha com as outras etapas do processo de impressão.

[0080] Métodos adicionais para aplicar ou ativar de modo seletivo um adesivo ou qualquer outro tipo de camada receptiva em um substrato de impressão são conhecidos, podem ser aplicáveis conforme será claro para o indivíduo versado na técnica e não precisam ser detalhados no presente documento, em que os dois métodos mencionados anteriormente são exemplos não limitantes.

Por exemplo, a camada receptiva pode ser aplicada na estação de tratamento por impressão por serigrafia e, opcionalmente, ativada adicionalmente em uma estação de ativação a jusante, prosseguindo para a estação de impressão. A ativação pode, por exemplo, envolver cura da camada receptiva antes de entrar em contato das partículas. Em algumas modalidades, a cura (ou cura adicional) também pode servir como uma etapa de processamento pós-transferência (por exemplo, aprimorar a imobilização das partículas em uma camada receptiva curável no substrato).

#### O aparelho de revestimento de partícula

[0081] O aparelho de revestimento de partícula 14 na modalidade da Figura 1 compreende uma pluralidade de cabeças de aspersor **1401** que são alinhadas umas com as outras ao longo do eixo geométrico do tambor 10 e apenas um é, portanto, visualizado na seção do desenho. Os aspersores **1402** das cabeças de aspersor são confinados dentro de um alojamento de sino **1403**, a partir do qual o aro inferior **1404** é conformado para se conformar intimamente à superfície doadora que deixa apenas uma lacuna estreita entre o alojamento de sino **1403** e o tambor 10. As cabeças de aspersor **1401** são conectadas a um duto de suprimento comum **1405** que fornece para as cabeças de aspersor **1401** um carreador de fluido pressurizado (gasoso ou líquido) que tem suspenso dentro do mesmo as partículas finas a serem usadas no revestimento da superfície doadora 12. Se necessário, as partículas suspensas podem ser misturadas de modo regular ou constante, em particular, antes seu suprimento para a cabeça (ou cabeças) de aspersor. As partículas podem, por exemplo, ser circuladas no aparelho de revestimento dentro de uma faixa de taxa de fluxo de 0,1 a 10 litros/minuto, ou na faixa de 0,3 a 3 litros/min. O fluido e as partículas excedentes das cabeças de aspersores **1401**, que são confinados dentro de um espaço cheio **1406** formado pelo espaço interno do alojamento **1403**, são extraídos através de um cano de saída **1407**, que é conectado a uma fonte de sucção adequada representada por uma seta e pode ser reciclada de volta para as cabeças de aspersor **1401**. Embora no presente documento denominadas cabeças de aspersor, qualquer outro tipo de bocal ou orifício ao

longo do cano ou conduto de suprimento comum que permite aplicar as partículas suspensas de fluido é abrangido.

[0082] É importante que tenha capacidade para alcançar uma vedação eficaz entre o alojamento **1403** e a superfície doadora 12, a fim de impedir o fluido de aspessor e as partículas de escaparem através da lacuna estreita que deve permanecer essencialmente entre o alojamento **1403** e a superfície doadora 12 do tambor 10. Maneiras diferentes de alcançar tal vedação são mostradas esquematicamente no desenho.

[0083] A forma de vedação mais simples é uma lâmina de limpeza **1408**. Tal vedação faz contato físico com a superfície doadora e pode marcar o revestimento aplicado se usada no lado de saída do alojamento **1403**, ou seja, o lado a jusante das cabeças de aspessor **1401**. Por esse motivo, se tal vedação for usada, é preferencial que a mesma esteja localizada apenas a montante das cabeças de aspessor **1401** e/ou nas extremidades axiais do alojamento **1403**. Os termos "a montante" e "a jusante", conforme usados no presente documento, são referenciados para pontos na superfície doadora 12 conforme a mesma passa através da estação de revestimento.

[0084] A **Figura 1** também mostra como a fuga do fluido dentro do qual as partículas são suspensas da lacuna de vedação entre o alojamento **1403** e o tambor 10 pode ser impedida sem um membro entrar em contato com a superfície doadora 12. Uma galeria **1409** que se estende na presente ilustração ao redor de toda a circunferência do alojamento **1403** é conectada por um conjunto de passagens precisas **1410** que se estendem ao redor de todo o aro do alojamento **1403** para estabelecer comunicação de fluido entre a galeria **1409** e a lacuna de vedação.

[0085] Em uma primeira modalidade, a galeria **1409** é conectada a uma fonte de sucção de um sistema de extração de excedente, que pode ser a mesma fonte de sucção que é conectada à saída **1407** ou uma fonte diferente. Nesse caso, a galeria **1409** serve para extrair fluido que passa através da lacuna antes de sair do alojamento **1403**. A pressão baixa também suga do tambor 10 quaisquer partículas que não estão em contato direto com a

superfície doadora 12 e, se o fluido aspergido for um líquido, o mesmo também suga líquido excedente para pelo menos secar parcialmente o revestimento antes do mesmo sair do aparelho de revestimento de partícula 14.

[0086] O líquido excedente pode ser removido de modo alternativo ou adicional por meio de um rolo de extração de líquido posicionado no lado de saída do aparelho de revestimento. Tal rolo, esquematicamente ilustrado como **1440** na Figura 3, que tem em sua superfície externa **1442** propriedades de absorção de líquido similares à esponja (por exemplo, espuma de células fechadas), pode ser acionado independentemente para girar em uma velocidade e/ou em uma direção que difere da velocidade e direção de tambor 10 (apenas parcialmente representado). O rolo de extração de líquido pode entrar em contato com as partículas revestidas na superfície doadora 12 e extrair líquido excedente extraíndo-se o mesmo de dentro de sua superfície externa de absorção de fluido **1442**, que é, vantajosamente, suficientemente macia e uniforme de modo a não afetar a camada de partículas retidas na superfície doadora antes de sua transferência seletiva para o substrato 20. Conforme o rolo de extração **1440** continua a girar após a absorção do líquido excedente, o mesmo se aproxima de um meio de limpeza **1444** ou qualquer outro meio adequado posicionado de modo a comprimir o rolo e liberar o líquido extraído para fora de sua superfície de absorção. Uma entrada de sucção, esquematicamente representada pela seta 1446, pode ser posicionada adjacente a tal limpador, de modo a permitir a remoção imediata do líquido, então, extraído da superfície doadora revestida por partícula e, então, forçado para fora da superfície externa de rolo. Após tal eliminação do líquido removido, o rolo 1440 pode completar seu ciclo, entrar em contato novamente com a superfície doadora e, adicionalmente, extrair líquido excedente. Embora ilustrado na Figura 3 como sendo interno a uma estação de revestimento 14 (isto é, dentro de espaço cheio parcialmente representado 1406 de alojamento 1403), um rolo de extração de líquido 1440, se presente, pode ser alternativamente posicionado a jusante da estação de revestimento, desde que o mesmo permaneça a montante

de uma estação, em que a remoção de líquido é desejada. O rolo de extração de líquido e seus elementos associados descritos acima podem ser coletivamente denominados um dispositivo de absorção de líquido.

[0087] Conforme mencionado, o sistema de impressão pode compreender adicionalmente um secador (por exemplo, soprador de ar quente ou frio) no lado de saída do aparelho de revestimento 14 ou, adicionalmente, a jusante, de modo a permitir que o revestimento de partícula alcance uma estação subsequente em forma substancialmente seca.

[0088] Em uma modalidade alternativa, a galeria 1409 é conectada a uma fonte de gás em uma pressão maior que a pressão no espaço cheio 1406. Dependendo da taxa de suprimento de fluido para o espaço cheio através das cabeças de aspersor 1401 e da taxa de extração através da saída 1407, o espaço cheio 1406 pode estar em uma pressão ou acima ou abaixo da pressão atmosférica ambiente.

[0089] Se o espaço cheio estiver em pressão subatmosférica, então, é suficiente que a galeria 1409 esteja em pressão atmosférica ambiente ou, de fato, nenhuma galeria precisa estar presente. Nesse caso, devido à pressão dentro da lacuna de vedação que irá exceder a pressão no espaço cheio 1406, fluxo de gás através da lacuna será em direção ao interior do alojamento com nenhum risco de fuga de fluido.

[0090] Se o espaço cheio estiver em pressão atmosférica acima, então, a galeria 1409 pode ser conectada a um suprimento de gás pressurizado, de preferência, ar. Nesse caso, o ar será forçado na lacuna de vedação sob pressão através das passagens 1410 e se dividirá em duas correntes. Uma corrente fluirá em direção ao espaço cheio 1406 e impedirá a fuga do fluido dentro do qual as partículas são suspensas. Essa corrente também irá desalojar e/ou arrastar partículas que não estão em contato direto com a superfície doadora e auxilia em secar pelo menos parcialmente o revestimento se o fluido carreador for um líquido. A segunda corrente sairá do aparelho de revestimento sem apresentar um problema uma vez que a mesma é apenas ar limpo sem quaisquer partículas suspensas. A segunda corrente de gás também

pode auxiliar na secagem adicional do revestimento de partícula na superfície doadora 12 antes de sair do aparelho de revestimento 14. Se desejado, a corrente de gás pode ser aquecida para facilitar tal secagem.

[0091] Em uma modalidade alternativa, a galeria mencionada anteriormente **1409** não se estende ao redor de toda a circunferência do alojamento, de modo a vedar o espaço cheio **1406** em todos os lados. A mesma pode ser uma galeria "parcial" ou uma combinação de um ou mais facas de ar (com fluxo negativo ou positivo) posicionadas ou a jusante ou a montante da cabeça de aspersor e/ou aplicador (ou aplicadores) intermediário em paralelo ao eixo geométrico do tambor e/ou nas bordas laterais das cabeças de aspersor e/ou aplicadores em uma direção perpendicular ao eixo geométrico do tambor. Uma galeria "parcial" no lado de saída pode, em algumas modalidades, servir como soprador de gás (por exemplo, ar frio ou quente) que facilita de modo adicional ou alternativo a secagem das partículas, nesse caso, as passagens **1410** podem ser adaptadas para fornecer taxa de fluxo suficiente.

[0092] Na modalidade ilustrada na Figura **2**, em vez de serem transportadas em um fluido aspergido diretamente na superfície doadora 12, as partículas suspensas são aplicadas por cabeças de aspersor **1401** a um aplicador intermediário **1420**. O aplicador **1420** pode ser, por exemplo, um rolo similar à esponja, no qual o eixo geométrico é paralelo ao eixo geométrico de tambor 10. O fluido e as partículas suspensas podem ser aspergidos no aplicador **1420** da maneira mostrada na Figura **2**, ou se o aplicador for poroso, ou construído de maneira similar às "escovas" usadas em lava-rápido automático que têm tiras de tecido frouxas que se estendem de modo radial a partir de um eixo central, então, o fluido pode ser introduzido por meio da parte central de eixo e é permitido que escape através de orifícios no eixo (não mostrado). O material do rolo ou a tira de tecido devem ser "relativamente macios", selecionados de modo a limpar as partículas na superfície, sem afetar a integridade do revestimento formado na mesma, em outras palavras, sem arranhar a camada de partículas. A superfície do aplicador, ou de suas cerdas ou fitas, pode

compreender adequadamente uma espuma de células fechadas (como polietileno de célula fechada, PVA de célula fechada ou silicone de célula fechada); ou uma espuma de célula aberta relativamente macia (como uma espuma de poliuretano); ou um tecido, como algodão, seda ou tecido de polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE).

[0093] Conforme o rolo ou a escova **1420** giram ao longo de seu eixo geométrico, o mesmo se aplica às partículas mediante o contato com a superfície doadora 12 de tambor 10. A superfície externa do aplicador **1420** não precisa ter a mesma velocidade linear que a superfície doadora e pode ser, por exemplo, até de cerca de dez vezes maior. A mesma pode girar na mesma direção que o tambor 10 ou na direção contrária. O aplicador pode ser acionado independentemente por um motor (não 2 mostrado, na Figura 2), ou acionado por tambor 10, por engrenagens, correias, atrito e similares.

[0094] O aparelho de revestimento de partícula 14 pode compreender mais de um aplicador **1420** de partículas, por exemplo, dois ou três aplicadores, conforme esquematicamente na **Figura 3**. Na Figura, que mostra uma vista parcial de uma estação de revestimento 14 e de uma superfície doadora 12 montada em um tambor 10, três estações de aplicação **1430a**, **1430b** e **1430c** são ilustradas. Cada tal estação, conforme detalhado para **1430a**, pode ter, além de seu aplicador **1420a**, seu próprio suprimento de partículas quando aplicadas por aspersores **1402a**, fornecido por cabeças de aspersor **1401a**, em que o fluido relevante é entregue por conduto de suprimento **1405a**. Tal aplicador (ou aplicadores) pode fornecer opcionalmente algum polimento ou achatamento das partículas na superfície doadora, ou tal função, se desejado, pode ser fornecida por um elemento separado, como rolo 40 descrito abaixo.

[0095] O aparelho de revestimento também pode compreender adicionalmente um rolo de limpeza. Um rolo de limpeza pode ser similar em estrutura a um aplicador rolo, exceto que o mesmo não teria o suprimento de partículas. Um rolo de limpeza pode, por exemplo, aplicar um líquido que corresponde ao fluido

carreador das partículas, mas empobrecido em relação ao último citado. No exemplo ilustrado na Figura 3, as estações **1430a** e **1430b** podem servir para aplicar partículas, enquanto o aplicador de **1430c** pode servir como rolo de limpeza. De modo alternativo, o rolo de limpeza, se presente, pode ser posicionado externamente ao alojamento do aplicador (ou aplicadores) de partículas, opcionalmente, em um alojamento separado com um suprimento de fluido distinto e sistema para eliminação e/ou recirculação.

[0096] Um dispositivo de limpeza, se presente, pode ser operado de modo contínuo. Por exemplo, um rolo de limpeza, conforme exemplificado acima, pode servir para remover partículas em contato não direto com a superfície doadora durante qualquer ciclo da superfície na estação de revestimento durante a operação do sistema de impressão. Adicionalmente e de modo alternativo, um dispositivo de limpeza pode ser usado periodicamente. Tal dispositivo de limpeza pode, por exemplo, ser usado para manutenção e pode servir para remover todas as partículas de toda a superfície doadora. Tal regeneração completa da superfície doadora, para ser isenta de partículas, pode ser realizada de modo intermitente ou periodicamente, por exemplo, no final de um trabalho de impressão, ou quando altera as partículas a serem impressas (por exemplo, para uma nova batelada ou para um novo tipo), ou uma vez por dia, ou uma vez por semana, ou qualquer outra frequência desejada. Dispositivos de limpeza periódica, que podem depender de tratamento químico ou físico da superfície doadora que alcançar remoção completa de partícula, podem estar localizados externamente à estação de revestimento. Os mesmos podem ser operados durante pelo menos um ciclo da superfície doadora.

#### As partículas

[0097] O formato e a composição da partícula de revestimento dependerão, na prática, da natureza do efeito a ser aplicado à superfície do substrato 20. Em um sistema de impressão que busca alcançar efeitos similares à impressão de folha metálica, as partículas podem ser convenientemente formadas de um material metálico ou material com aparência de metal. Para

impressão de alta qualidade, é desejável que as partículas sejam tão finas quanto possível para amenizar os interstícios entre partículas do revestimento de monocamada aplicado. O tamanho de partícula é dependente da resolução de imagem desejada e para algumas aplicações, um tamanho de partícula (por exemplo, um diâmetro ou dimensão de comprimento máxima) de 10  $\mu\text{m}$  (micrômetros) ou possivelmente ainda mais (isto é, que tem um tamanho maior) pode se provar adequado. A dimensão mais longa de plaquetas irregulares ainda pode alcançar 100  $\mu\text{m}$  em média. No entanto, para qualidade de imagem aprimorada, é preferencial que o tamanho de partícula seja uma fração pequena ou uma fração de um micrômetro e, mais preferencialmente, algumas dezenas ou centenas de nanômetros. Os flocos comercialmente disponíveis podem ter uma espessura de cerca de 60 a 900 nm e uma dimensão planar representativa (por exemplo, diâmetro principal para flocos redondos próximos ou "diâmetro equivalente" médio para plaquetas que têm projeção de plano menos regular, também caracterizados por dimensões menores/maiores) de cerca de 1 a 5  $\mu\text{m}$ , mas os flocos também podem ser preparados com uma espessura tão baixa quanto 15 nm, 20 nm, 25 nm, 30 nm, 40 nm ou 50 nm e um diâmetro principal ou equivalente na região de 100 a 1.000 nm ou 500 a 800 nm. Quando partículas com aparência de metal são usadas, acredita-se que na maior parte da faixa de tamanho prático, quanto menor o tamanho de partícula, maior será o grau de brilho que pode ser alcançado e mais próximo poder se ser aproximar de um acabamento similar a espelho quando tais partículas têm substancialmente a mesma orientação (por exemplo, quando partículas similares a floco são de uma extensão grande alinhadas umas às outras, de modo a formar uma superfície relativamente uniforme que aprimora reflexão de luz especular). No entanto, o tamanho das partículas não precisa ser muito pequeno, visto que abaixo de um determinado limiar, que tipicamente depende da natureza química e/ou física das partículas, as partículas podem exibir efeitos de borda indesejados, tornando as mesmas menos adequadas para a impressão pretendida. Desse modo, a determinação de tamanho ideal, que pode depender do efeito visual pretendido, bem como de outros

parâmetros de impressão (por exemplo, aspereza de substrato e/ou camada receptiva) ou parâmetro de operação do sistema de impressão (por exemplo, pressão de impressão ou cisalhamento de polimento e fatores similares), pode ser realizada empiricamente, por experimentação de rotina, por um indivíduo de habilidade comum na técnica de impressão.

[0098] As partículas tanto dos polímeros não termoplásticos pigmentados quanto do material com aparência de metal podem ser usadas para alcançar ou uma aparência fosca ou brilhante e qualquer aparência intermediária, uma vez transferidas para o substrato de impressão. Tal aparência pode, em alguma extensão, ser modificada de modo subsequente por etapas adicionais (por exemplo, polir, envernizar, etc.)

[0099] Dependendo de seu formato, que pode ser relativamente regular ou irregular, as partículas podem ser caracterizadas por seu comprimento, largura, espessura, diâmetro principal ou equivalente ou qualquer tal medição representativa de suas dimensões X, Y e Z. Em geral, as dimensões das partículas são avaliadas em projeções planas de seu formato (por exemplo, projeções vertical e/ou horizontal). Tipicamente tais tamanhos são fornecidos como média da população de partículas e podem ser determinados por qualquer técnica conhecida na técnica, como microscópio e Dispersão Dinâmica de Luz (DLS). Em técnicas de DLS, as partículas são aproximadas de esferas de comportamento equivalente e o tamanho pode ser fornecido em termos de diâmetro hidrodinâmico. DLS também permite avaliar a distribuição de tamanho de uma população. Conforme usado no presente documento, as partículas que têm um tamanho de, por exemplo, 10 µm ou menos, têm pelo menos uma dimensão menor que 10 µm e, possivelmente, duas ou mesmo três dimensões, dependendo de formato. As partículas são destinadas a possuir, em média, qualquer preferência de tamanho desejada, se o D50 (até 50 % da população) for cerca do tamanho pretendido; enquanto que uma população de partículas em que o D90 é cerca do tamanho pretendido abrange uma ampla maioria de partículas (até 90 % da população) satisfaz as mesmas.

[00100] As partículas podem ter, dependendo de formato, uma variedade de "dimensões características", como uma dimensão longitudinal ou uma dimensão longitudinal máxima, que pode ser ponderada para caracterizar uma população que consiste em uma pluralidade de tais partículas, em que esse valor representativo é denominado **Lavg**. As partículas podem ser adicionalmente caracterizadas por uma dimensão curta ou uma dimensão curta máxima, em que a dimensão curta é a espessura das partículas para partículas conformadas como plaqueta. Essa segunda característica de dimensão também pode ser ponderada para identificar a população relevante de partículas, em que esse valor representativo é denominado **Havg**.

[00101] As partículas adequadas para o presente sistema e método de impressão podem ter uma dimensão longitudinal máxima média **Lavg** de no máximo 800 micrômetros, no máximo 600  $\mu\text{m}$ , no máximo 400  $\mu\text{m}$ , no máximo 250  $\mu\text{m}$ , no máximo 150  $\mu\text{m}$ , no máximo 100  $\mu\text{m}$ , no máximo 80  $\mu\text{m}$ , no máximo 60  $\mu\text{m}$ , no máximo 40  $\mu\text{m}$ , no máximo 25  $\mu\text{m}$ , no máximo 20  $\mu\text{m}$ , no máximo 15  $\mu\text{m}$ , no máximo 12  $\mu\text{m}$ , no máximo 10  $\mu\text{m}$ , no máximo 8  $\mu\text{m}$ , no máximo 6  $\mu\text{m}$  no máximo 4  $\mu\text{m}$ , no máximo 3  $\mu\text{m}$ , no máximo 2  $\mu\text{m}$ , no máximo 1,5  $\mu\text{m}$ , no máximo 1,2  $\mu\text{m}$ , no máximo 1,0  $\mu\text{m}$ , no máximo 0,8  $\mu\text{m}$ , no máximo 0,7  $\mu\text{m}$ , no máximo 0,65  $\mu\text{m}$ , ou no máximo 0,6  $\mu\text{m}$ . Adicionalmente, a dimensão longitudinal máxima média pode ser de pelo menos 0,04 micrômetros, pelo menos 0,05  $\mu\text{m}$ , pelo menos 0,06  $\mu\text{m}$ , pelo menos 0,08  $\mu\text{m}$ , pelo menos 0,10  $\mu\text{m}$ , pelo menos 0,12  $\mu\text{m}$ , pelo menos 0,15  $\mu\text{m}$ , ou pelo menos 0,20  $\mu\text{m}$ .

[00102] As partículas adequadas para o presente sistema e método de impressão podem ter adicionalmente uma espessura máxima média **Havg** que pode ser de no máximo 1.200 nm, no máximo 1.000 nm, no máximo 800 nm, no máximo 600 nm, no máximo 500 nm, no máximo 400 nm, no máximo 350 nm, no máximo 300 nm, no máximo 250 nm, no máximo 200 nm, no máximo 175 nm, no máximo 150 nm, no máximo 125 nm, ou no máximo 100 nm. Adicionalmente, a espessura máxima média pode ser pelo menos 5 nm, pelo menos 7 nm, pelo menos 10 nm, pelo menos 15 nm, pelo menos 20 nm, pelo menos 25 nm, pelo menos 30 nm, pelo menos 40 nm, ou pelo menos 50 nm.

[00103] Embora não seja essencial, as partículas podem, de preferência, ser conformadas de modo uniforme e/ou dentro de uma distribuição simétrica relativa a um valor mediano da população e/ou dentro de uma distribuição relativamente estreita de tamanho.

[00104] Uma distribuição de tamanho de partícula é considerada relativamente estreita se pelo menos uma dentre as seguintes condições for aplicada:

i. a diferença entre o diâmetro hidrodinâmico de 90 % das partículas e o diâmetro hidrodinâmico de 10 % das partículas é igual ou menor que 150 nm, ou igual ou menor que 100 nm, ou mesmo igual ou menor que 50 nm, que pode ser matematicamente expressa por:  $(D90 - D10) < 150 \text{ nm}$  e assim por diante; e/ou

ii. a razão entre a) a diferença entre o diâmetro hidrodinâmico de 90 % das partículas e o diâmetro hidrodinâmico de 10 % das partículas; e b) o diâmetro hidrodinâmico de 50 % das partículas, não é maior que 2,0, ou não mais que 1,5, ou mesmo não mais que 1,0, que pode ser matematicamente expressa por:  $(D90 - D10)/D50 < 2,0$  e assim por diante.

[00105] As partículas podem ter qualquer razão de aspecto adequada, isto é, uma razão adimensional entre a menor dimensão da partícula e o diâmetro equivalente no maior plano ortogonal para a menor dimensão. O diâmetro equivalente pode ser, por exemplo, a média aritmética entre as dimensões maior e menor daquele plano ortogonal maior. Tais dimensões são, em geral, fornecidas pelos fornecedores de tais partículas e podem ser avaliadas diversas partículas representativas por métodos conhecidos na técnica, como microscópio, incluindo, em particular, por microscópio eletrônico com varredura SEM (de preferência para as dimensões planas) e por feixe de íon focalizado FIB (de preferência, para as dimensões de espessura e comprimento). As partículas que têm um formato quase esférico são caracterizadas por uma razão de aspecto de aproximadamente 1:1, enquanto que partículas similares a floco podem ter uma razão de aspecto (isto é, entre a média dos comprimentos mais longos de projeções planas das partículas (dimensão longitudinal máxima) ou de seus diâmetros

principais ou equivalentes, conforme pode ser o caso e a espessura média (dimensão curta máxima) das partículas) de 100:1 ou mais. Embora não limitante, as partículas de acordo com os presentes ensinamentos podem ter uma razão de aspecto (ou razão de aspecto média que é definida por: **ASPavg = Lavg/Havg**) de cerca de 100:1 ou menos, de cerca de 75:1 ou menos, de cerca de 50:1 ou menos, de cerca de 25:1 ou menos, de cerca de 10:1 ou menos, ou mesmo de cerca de 2:1 ou menos. Em algumas modalidades, as partículas de acordo com os presentes ensinamentos podem ter uma razão de aspecto (ou razão de aspecto média) de pelo menos 2:1, pelo menos 3:1, pelo menos 5:1, pelo menos 10:1, pelo menos 25:1, pelo menos 40:1, ou pelo menos 70:1. Em algumas modalidades, as partículas de acordo com os presentes ensinamentos podem ter uma razão de aspecto (ou razão de aspecto média) dentro de uma faixa de 2:1 a 500:1, 4:1 a 500:1, 8:1 a 500:1, 20:1 a 500:1, 20:1 a 300:1, 20:1 a 250:1, 20:1 a 200:1, ou 20:1 a 100:1.

[00106] Nessas modalidades, a dimensão longitudinal máxima (geral ou média), a dimensão curta máxima e a razão de aspecto para um grupo de partículas podem ser ponderadas em volume, ponderadas por área de superfície ou ponderada por número.

[00107] Em algumas modalidades, as razões de aspecto de partículas representativas podem ser estimadas por técnicas de SEM e/ou por técnicas de SEM-FIB, conforme descrito em detalhes adicionais no presente documento.

[00108] Enquanto se seleciona uma partícula representativa, ou um grupo de partículas representativas, que pode caracterizar de modo preciso a razão de aspecto da população, será verificado que uma abordagem mais estatística pode caracterizar de modo ainda mais preciso a razão de aspecto de partículas dentro da população. Desse modo, em algumas modalidades da presente revelação, a razão de aspecto das partículas pode ser determinada analisando-se, em sua totalidade, um campo de visualização representativo do instrumento de captação de imagem (por exemplo, SEM). Tipicamente, a magnificação é ajustada para que pelo menos 5 partículas, pelo menos 10 partículas, pelo menos 20 partículas, ou pelo menos 50 partículas estejam dispostas

dentro de um único campo de visualização. Como acima, a razão de aspecto (geral ou média) para um grupo de partículas pode ser ponderada em volume, ponderada por área de superfície ou ponderada por número.

[00109] Conforme usado no presente documento, no relatório descritivo e na seção de reivindicações a seguir, o termo "razão de aspecto", ou "razão de aspecto particular" se refere à razão adimensional entre a menor dimensão da partícula e o diâmetro equivalente no maior plano ortogonal para a menor dimensão.

[00110] Conforme usado no presente documento, no relatório descritivo e na seção de reivindicações a seguir, o termo "diâmetro equivalente" se refere à média aritmética entre as dimensões maior e menor daquele plano ortogonal maior.

[00111] Conforme usado no presente documento, no relatório descritivo e na seção de reivindicações a seguir, o termo "razão de aspecto média" ou "razão de aspecto geral" se refere à razão de aspecto de uma pluralidade de partículas, em que cada uma tem uma razão de aspecto particular.

[00112] Além de seu impacto sobre o efeito visual a ser conferido, as partículas podem ter formatos e/ou dimensões adequados para fornecer área de contato suficiente com a superfície doadora e, de modo subsequente, com as regiões de substrato desejadas (por exemplo, em uma camada receptiva), pelo menos durante um período de tempo em que o efeito visual é desejado ou até um sobrerrevestimento ser aplicado.

[00113] Dependendo de sua composição e/ou dos processos aos quais são submetidos (por exemplo, moagem, reciclagem, polimento, etc.), as partículas podem ser hidrofóbicas com graus diferentes, se houver, de capacidade hidrofílica. Como o equilíbrio entre a natureza hidrofóbica e hidrofílica das partículas pode mudar com o tempo, espera-se que o processo permaneça eficaz se a natureza hidrofóbica das partículas for predominante. Adicionalmente, as partículas podem ser produzidas a partir de materiais intrinsecamente hidrofílico, nesse caso, os mesmos podem ser tornados hidrofóbicos por aplicação de um

revestimento de partícula. Os materiais adequados para tal revestimento de partícula podem ter uma extremidade hidrofílica com afinidade com a partícula (por exemplo, uma função carboxílica a fim para um óxido metálico) e uma cauda hidrofóbica. Na presente revelação, acredita-se que tais partículas, se intrinsecamente hidrofóbicas ou revestidas se tornam hidrofóbicas ou mais hidrofóbicas, sejam substancialmente hidrofóbicas.

[00114] A hidrofobicidade das partículas pode ser uma propriedade conhecida inerente a sua composição química. Se necessário, o grau de hidrofobicidade ou capacidade hidrofílica pode ser avaliado por medição do ângulo de contato de uma gotícula de líquido de referência (tipicamente, água deionizada) em uma superfície dimensionável do material de batelada que forma as partículas ou seu revestimento, conforme aplicável. Aqueles versados na técnica verificarão prontamente que um ângulo de contato pode ser usado para caracterizar um grau de capacidade hidrofílica ou hidrofobicidade, de acordo com técnicas padrão. Um ângulo de contato acima de  $90^\circ$  pode indicar uma superfície hidrofóbica, enquanto um ângulo de contato abaixo desse valor pode ser indicativo de uma superfície hidrofílica. Adicionalmente, hidrofobicidade pode ser avaliada na escala das partículas introduzindo-se uma quantidade predeterminada das partículas para água deionizada. As partículas hidrofóbicas exibirão um comportamento de folhagem, migrando em direção à interface de ar, enquanto partículas hidrofílicas exibirão um padrão de não folhagem, permitindo que as mesmas mantenham uma distribuição razoavelmente aleatória no carreador de água. Tal separação de fase, ou falta da mesma, pode ser facilitada pela adição de uma fase oleosa miscível não aquosa, nesse caso, as partículas hidrofóbicas migram em direção à fase de óleo, enquanto as partículas hidrofílicas tendem a permanecer na fase aquosa. A determinação da concentração de partículas na amostra de água inicial e nas fases separadas finais, em que a separação de fase é tipicamente realizada três vezes para uma determinada amostra, permite avaliar o comportamento hidrofóbico ou hidrofílico das partículas. Métodos adicionais podem ser usados, como ensaios de

adsorção de superfície com o uso de uma proporção conhecida de corante Rosa Bengala pela quantidade de partículas a serem testadas. O corante adsorve na superfície hidrofóbica de partículas como uma função de sua área de superfície. O corante separado que permanece na fase aquosa pode ser medido por espectrofotometria, que fornece uma estimativa da quantidade de ligação proporcional à hidrofobicidade das partículas. A hidrofobicidade relativa pode ser determinada calculando-se o Quociente de Particionamento do corante entre a quantidade absorvida e a quantidade separada. De modo similar, corante Azul Nilo pode ser usado para determinar a capacidade hidrofílica das partículas superfície. Métodos adicionais são conhecidos e podem ser adequados. Conforme usado no presente documento, o termo "hidrofóbico" e similares são usados para partículas e materiais que exibem hidrofobicidade de acordo com pelo menos um (e, de preferência, pelo menos dois ou três) dos métodos de caracterização descritos acima.

[00115] Em uma modalidade, as partículas são de alumínio e são revestidas com um ácido carboxílico que produz as partículas hidrofóbicas, reduz sua capacidade de grudar entre si e reduz sua oxidação. A hidrofobicidade de tais partículas quando revestidas com ácido esteárico foi estimada medindo-se o ângulo de contato formado por uma gotícula de água deionizada, de acordo com o método descrito em mais detalhes para a superfície doadora. Tais partículas revestidas exibiram um ângulo de umedecimento de  $130,1 + 6^\circ$ . No entanto, conforme mencionado, as partículas que têm qualquer ângulo de umedecimento que excede  $90^\circ$  podem ser adequadas.

[00116] As partículas podem ser transportadas por ou um fluido gasoso ou um fluido líquido quando as mesmas são aspergidas na superfície doadora ou mediante o aplicador (ou aplicadores) intermediário. Quando as partículas são suspensas em um líquido, a fim tanto de reduzir o custo quanto minimizar poluição ambiental, é desejável que o líquido seja aquoso. Em tal caso, é desejável que o material usado para formar ou revestimento como partículas seja hidrofóbico. As partículas hidrofóbicas se separam

mais prontamente a partir de um carreador aquoso, que facilita sua tendência de se ficar a e revestir a superfície doadora. Tal afinidade preferencial das partículas em direção à superfície doadora do dispositivo de revestimento, em vez de em direção a seu carreador e em direção umas às outras, é considerada particularmente vantajosa. Soprar uma corrente de gás sobre o revestimento de partícula (que, conforme mencionado, pode, de preferência, ser formado por partículas hidrofóbicas em uma superfície hidrofóbica) servirá tanto para desalojar e/ou arrastar partículas em contato não direto com a superfície doadora quanto para secar pelo menos parcialmente o revestimento na superfície doadora.

[00117] Quando se aplica ao substrato 20 um efeito similar ao imageamento de folha metálica, como partículas podem ser, conforme mencionado, metálicas ou, mais em geral, com aparência de metal e podem ser revestidas ou não revestidas. Devido à maneira pela qual tais partículas são produzidas (comumente por moagem), as mesmas tendem a ser plaquetas planas e, embora não essencial, isso possibilita revestimentos altamente reflexivos de qualidade próxima a espelho a ser alcançada quando as partículas têm superfícies refletoras de luz e sua dimensão planar é substancialmente alinhada com a superfície do substrato. Tais partículas são submetidas ao polimento, que pode ser realizado ou pelo uso de pressão alta durante a aspersão ou por meio de um rolo de polimento, como o rolo opcional 40 e contrarolo 42 mostrados na Figura 2.

[00118] Além disso, ou como uma alternativa, para polir a camada de partícula após a mesma ter sido transferida para o substrato, é possível polir a mesma enquanto ainda se encontra na superfície doadora 12. Desse modo, um rolo de polimento ou outro elemento de limpeza pode ser posicionado imediatamente a jusante ou como parte do aparelho de revestimento 14.

[00119] O polimento pode ser realizado com um rolo de secagem ou com um rolo de umidificação (por exemplo, impregnado e/ou lavado com o fluido no qual as partículas são suspensas, por exemplo, água). No caso em que um aplicador intermediário é usado,

não pode ser descartado que o mesmo pode, além de aplicar as partículas à superfície doadora, também pelo menos polir parcialmente as mesmas. Acredita-se que durante o polimento, o tamanho das partículas é reduzido em comparação com seu tamanho original mediante injeção inicial no aparelho de revestimento e que, de modo alternativo e adicional, as partículas polidas são orientadas de uma maneira substancialmente paralela em relação à superfície doadora.

[00120] A superfície externa do rolo opcional de polimento pode girar em uma linear velocidade diferente daquela da superfície doadora do tambor e/ou da superfície externa de um aplicador intermediário, se presente. O mesmo pode girar na mesma direção ou em direção contrária em relação ao tambor.

#### O carreador de partícula

[00121] O carreador de partícula, ou seja, o fluido dentro do qual as partículas são suspensas, pode ser ou um líquido ou um gás. Se for líquido, o carreador é, de preferência, à base de água e, se for gasoso, o carreador é, de preferência, ar. As partículas podem ser liofóbicas (isto é, que não tem afinidade) em relação a seu carreador que, por exemplo, pode ser hidrofóbico, enquanto o carreador é um líquido aquoso. Isso pode resultar em partículas que são parcialmente dispersas no líquido e fase parcialmente separada (todos os tipos de tais misturas de materiais da mesma fase ou de fases diferentes que são no presente documento abrangidos pelo termo "suspenso"). Além das partículas, o carreador pode compreender qualquer aditivo conhecido na técnica de formulação de partícula, como dispersantes, tensoativos, solventes miscíveis em água, cossolventes, estabilizantes, conservantes, modificadores de viscosidade, modificadores de pH e similares. Todos tais aditivos e suas concentrações típicas são conhecidos por indivíduos versados na técnica de dispersões e não precisam ser adicionalmente detalhados no presente documento. Os aditivos (ou misturas dos mesmos) que não afetam a hidrofobicidade das partículas e da superfície doadora são preferenciais. Tais agentes, em particular, os agentes dispersantes, podem auxiliar em manutenção ou aumentar a estabilidade das partículas suspensas

no líquido (incluindo em forma de fase separada, se desejado). O carreador líquido também pode compreender excesso de material separado que serve como revestimento de partícula, se desejado, quando aplicável. Qualquer tal aditivo e mistura do mesmo, de preferência, não afeta a inércia geral do carreador líquido em direção à superfície doadora (por exemplo, que evita ou reduz qualquer inchaço prejudicial da superfície que impediria revestimento adequado por fixação das partículas).

[00122] É dito que um carreador líquido é aquoso se o mesmo contiver pelo menos 80 % em peso de água (isto é, 80 % em peso da composição total), ou pelo menos 85 % em peso, ou pelo menos 90 % em peso, ou pelo menos ainda 95 % em peso de água. Deve ser entendido que, embora composições aquosas de trabalho final possam conter predominantemente água, conforme mencionado anteriormente, é possível preparar composições aquosas intermediárias que contêm uma quantidade maior de partículas sólidas (e aditivos se houver) e quantidade menor de água. Tais composições intermediárias podem servir como concentrados, que podem ser diluídos para concentrações de trabalho adequadas quando necessário, mas armazenadas e/ou enviadas em volumes menores. Um concentrado pode, por exemplo, compreender tanto quanto cerca de 80 % em peso de sólidos e cerca de 20 % em peso de um co-solvente miscível em água, em que a água é adicionada durante a diluição do concentrado.

#### A superfície doadora

[00123] A superfície doadora 12, em algumas modalidades, é uma superfície hidrofóbica, produzida tipicamente a partir de um elastômero que pode ser personalizado para ter propriedades, conforme revelado no presente documento, em geral, preparado a partir de um material à base de silicone. Polímeros de poli(dimetilsiloxano), que são à base de silicone, foram revelados adequados. Em uma modalidade, uma composição curável por fluido foi formulada combinando-se três polímeros à base de silicone: um dimetil polissiloxano terminado em vinil de 5.000 cSt (DMS V35, Gelest®, N° de CAS 68083-19-2) em uma quantidade de cerca de 44,8 % em peso da composição total (% em peso), um dimetil polissiloxano

vinil-funcional que contém tanto grupos vinila terminal quanto pendente (Polymer XP RV 5000, Evonik® Hanse, N° de CAS 68083-18-1) em uma quantidade de cerca de 19,2 % em peso e um dimetil polissiloxano vinil-funcional de estrutura ramificada (VQM Resin-146, Gelest®, N° de CAS 68584-83-8) em uma quantidade de cerca de 25,6 % em peso. À mistura do dimetil polissiloxanos vinil-funcional foram adicionados: um catalisador de platina, como um complexo de diviniltetrametildisiloxano de platina (SIP 6831.2, Gelest®, N° de CAS 68478-92-2) em uma quantidade de cerca de 0,1 % em peso, um inibidor para controlar melhor condições de cura, inibidor 600 de Evonik® Hanse, em uma quantidade de cerca de 2,6 % em peso e, finalmente, um reticulador reativo, como um copolímero de metil-hidrosiloxano- dimetilsiloxano (HMS 301, Gelest®, N° de CAS 68037-59-2) em uma quantidade de cerca de 7,7 % em peso, que inicia a cura por adição. Essa composição curável por adição foi brevemente, em seguida, aplicada com uma faca de nivelamento macia mediante a sustentação da superfície doadora (por exemplo, uma manga de epóxi montável no tambor 10), em que tal sustentação é opcionalmente tratada (por exemplo, por corona ou com uma substância iniciadora) para adicionar a aderência da superfície doadora material para sua sustentação. O fluido aplicado foi curado durante duas horas em 100 a 120 °C em um forno ventilado de modo a formar uma superfície doadora.

[00124] A hidrofobicidade é para possibilitar que as partículas expostas à extração seletiva pela película pegajosa criada na camada receptiva que suporta substrato sejam transferidas cuidadosamente para o substrato sem divisão.

[00125] A superfície doadora deve ser hidrofóbica, ou seja, o ângulo de umedecimento com o carreador aquoso das partículas deve exceder 90°. O ângulo de umedecimento é o ângulo formado pelo menisco na interface líquido/ar/sólido e se o mesmo exceder 90°, a água tende a formar gotas e não molhar e, portanto, adere à superfície. O ângulo de umedecimento ou ângulo de contato de equilíbrio  $\theta_0$ , que é compreendido entre e pode ser calculado a partir do ângulo de contato de leitura (mínimo)  $\theta_R$  e o ângulo de contato de avanço máximo)  $\theta_A$ , pode ser avaliado em uma determinada

temperatura e pressão de relevância para as condições operacionais do processo. O mesmo é convencionalmente medido com a goniômetro ou um analisador de formato de gota através de uma gota de líquido que tem um volume de 5 µl, em que a interface líquido-vapor encontra a superfície polimérica sólida, em temperatura (cerca de 23 °C) e pressão (cerca de 100 kPa). As medições de ângulo de contato podem, por exemplo, ser realizadas com um analisador de Ângulo de Contato - Kriiss™ "Easy Drop" FM40Mk2 com o uso de água destilada como líquido de referência.

[00126] Tais medições foram realizadas em uma amostra de superfície doadora preparada conforme descrito acima, em que a amostra tem um tamanho de 2 cm x 2 cm. Os resultados foram analisados com o uso de programa de "análise de formato de Gota", método de computador de círculo, em que o ângulo de contato de avanço  $\theta_A$  da superfície doadora descrita acima foi revelado como sendo  $101,7^\circ \pm 0,8^\circ$  e a leitura ângulo de contato  $\theta_R$  foi revelada como sendo  $99,9^\circ \pm 3,1^\circ$ . Tipicamente, superfícies doadoras preparadas por esse método tinham ângulos de contato na faixa de cerca de  $95^\circ$  a cerca de  $115^\circ$ , em geral, que não excedem  $110^\circ$ .

[00127] Essa hidrofobicidade pode ser uma propriedade inerente do polímero que forma a superfície doadora ou pode ser aperfeiçoada por inclusão de aditivos de hidrofobicidade na composição de polímero. Os aditivos que podem promover a hidrofobicidade de uma composição polimérica podem ser, por exemplo, óleos (por exemplo, óleos sintéticos, naturais, de planta ou minerais), ceras, plastificantes e aditivos de silicone. Tais aditivos de hidrofobicidade podem ser compatíveis com qualquer material polimérico, desde que sua respectiva natureza ou quantidades químicas não impeçam formação apropriada da superfície doadora e, por exemplo, não prejudique cura adequada do material polimérico.

[00128] A aspereza ou acabamento da superfície doadora será replicada na superfície metalizada impressa. Portanto, se um acabamento tipo espelho ou aparência altamente brilhosa forem necessários, a superfície doadora precisaria ser mais macia que se uma aparência fosca ou acetinada for desejada. Esses efeitos

visuais também podem ser derivados da aspereza do substrato de impressão e/ou da camada receptiva.

[00129] A superfície doadora 12 pode ter qualquer dureza Shore adequada para fornecer uma ligação forte para as partículas quando as mesmas forem aplicadas com o uso do aparelho de revestimento 14, em que a ligação é mais forte que a tendência das partículas de aderir umas às outras. A dureza da superfície à base de silicone pode variar e, por exemplo, depender da espessura da superfície doadora e/ou das partículas destinadas a serem ligadas. Acredita-se que para superfícies doadoras relativamente finas (por exemplo, 100  $\mu\text{m}$  ou menos), o material à base de silicone pode ter uma dureza de média a baixa; enquanto que para superfícies doadoras relativamente espessas (por exemplo, até cerca de 1  $\mu\text{m}$ ), o material à base de silicone pode ter uma dureza relativamente alta. Adicionalmente, partículas maiores podem se beneficiar tipicamente de uma superfície doadora que tem uma dureza menor que a necessária para acomodar partículas relativamente menores. Em algumas modalidades, uma dureza relativamente alta entre cerca de 60 Shore A e cerca de 80 Shore A é adequada para a superfície doadora. Em outras modalidades, uma dureza média a baixa menor que 60, 50, 40, 30 ou mesmo 20 Shore A é satisfatória.

[00130] A superfície doadora 12 nos desenhos é a superfície externa de um tambor 10, mas isso não é essencial uma vez que pode ser, de modo alternativo, uma superfície de um membro de transferência contínuo que tem uma forma de uma correia guiada sobre rolos-guia e mantida sob uma tensão apropriada pelo menos enquanto a mesma está passando através do aparelho de revestimento. As arquiteturas adicionais podem permitir que a superfície doadora 12 e a estação de revestimento 14 estejam em movimento relativo entre si. Por exemplo, a superfície doadora pode formar um plano móvel que pode passar repetidamente abaixo de uma estação de revestimento estática, ou formar um plano estático, a estação de revestimento se move repetidamente de uma borda do plano para a outra de modo a cobrir completamente a superfície doadora com partículas. De modo concebível, tanto a superfície doadora quanto a estação de revestimento podem ser

movidas em relação umas às outras e em relação a um ponto estático no espaço de modo a reduzir o tempo que pode levar para alcançar todo o revestimento da superfície doadora com as partículas dispensadas pela estação de revestimento. Todas tais formas de superfícies doadoras podem ser tidas como sendo móveis (por exemplo, de maneira giratória, de maneira cíclica, de maneira contínua, repetidamente móvel ou similares) em relação à estação de revestimento em que qualquer tal superfície doadora de passagem pode ser revestida com partículas (ou restaurada com partículas em regiões expostas).

[00131] A superfície doadora pode se referir adicionalmente a considerações práticas ou particulares que resultam da arquitetura específica do sistema de impressão. Por exemplo, a mesma pode ser flexível o suficiente para ser montada em um tambor, ter resistência à abrasão suficiente, ser inerte para as partículas e/ou fluidos que são empregados e/ou ser resistente a qualquer condição de operação de relevância (por exemplo, pressão, calor, tensão, etc.). Satisfazer qualquer tal propriedade tende a aumentar favoravelmente a vida útil da superfície doadora.

[00132] A superfície doadora, se formada como uma manga sobre um tambor ou uma correia sobre rolos-guia, pode compreender adicionalmente, no lado oposto à camada externa de recebimento de partícula, um corpo, que junto com a superfície doadora pode ser denominado um membro de transferência. O corpo pode compreender camadas diferentes, em que cada uma fornece ao membro de transferência geral uma ou mais propriedades selecionada desejada, por exemplo, de resistividade mecânica, condutividade térmica, compressibilidade (por exemplo, para aprimorar contato "macroscópico" entre a superfície doadora e o cilindro de impressão), conformabilidade (por exemplo, para aprimorar contato "microscópico" entre a superfície doadora e o substrato de impressão no cilindro de impressão) e qualquer tal característica prontamente entendida por indivíduos versados na técnica de membros de transferência de impressão.

A estação de tratamento

[00133] Conforme mencionado, diversas maneiras de aplicar um padrão de camada receptiva (por exemplo, um adesivo ou adesivo ativável) a um substrato de impressão são conhecidas, especialmente, em sistema de impressão não digital convencional, conforme discutido em relação às estações de tratamento análogo alternativas possíveis 36 esquematicamente ilustradas na Figura 2. O sistema de imageamento 16 esquematicamente ilustrado na Figura 1 fornece uma maneira de selecionar as regiões no substrato em que o revestimento de partícula aplicado à superfície doadora 12 irá transferir para o substrato 20 na estação de impressão. Tal sistema de imageamento é necessário na implantação de uma estação de tratamento digital para um sistema de impressão digital.

[00134] Um sistema de imageamento exemplificativo 16 pode compreender uma sustentação 1601 que transporta um arranjo de fontes de laser, como chips de VCSEL (Laser de Emissão de Superfície de Cavidade Vertical) 1602 que são opcionalmente dispostos em par (pares) de fileiras em posições que são predeterminadas de modo preciso em relação uns aos outros (por exemplo, de uma maneira alternada que fornece fontes de laser adequadas para marcar pontos ao longo de toda a largura do substrato). A sustentação 1601 pode ser fluido resfriado para lidar com o calor significativo que pode ser gerado pelos chips. Os feixes de laser emitidos pelos chips 1602 são focalizados por lentes 1603 construídas como duas ou mais fileiras correspondentes de lentes de haste GRIN (Gradiente-índice) (em que cada chip 1602 e todos os elementos de laser, por consequência, são associados a uma lente de focalização correspondente 1603). Os sinais supridos para os chips para a ativação de um ou mais elementos de laser são sincronizados com o movimento do substrato 20 na direção da seta ilustrada (isto é, da estação de tratamento ou imageamento em direção à estação de impressão) por um sistema de transporte (não mostrado na Figura 1). O efeito da irradiação de cada pixel por um feixe de laser é converter uma camada receptiva inativa no substrato 20 naquele pixel em um estado de pegajosidade (isto é, uma camada receptiva ativa) de modo que as partículas que revestem

a superfície doadora 12 possam ser transferidas posteriormente e aderidas à mesma. Em outras palavras, tal ativação mediada por irradiação da camada receptiva fornece no substrato áreas selecionadas 24 que têm mais afinidade em relação às partículas que as partículas têm com a superfície doadora, em que as áreas ativadas desse modo têm capacidade para desafixar de modo seletivo partículas da superfície doadora 12.

[00135] Se usados para impressão colorida, os sistemas mostrados nas Figuras 1 e 2 podem apenas imprimir em uma cor, mas impressão multicolorida pode ser alcançada passando-se o mesmo substrato de modo sucessivo através de múltiplas torres que são sincronizadas umas com as outras e, cada uma, imprime uma cor diferente. De modo alternativo e adicionalmente, cores diferentes podem ser obtidas aplicando-se um sobrerrevestimento transparente colorido (ou uma imagem parcial de primeiro plano) acima de partículas que têm uma sombra suficientemente clara. Por exemplo, uma aparência de "ouro" pode ser alcançada por sobreimpressão de uma tinta amarela-laranja em vez de partículas de alumínio de aparência "prata".

#### O substrato

[00136] O sistema de impressão mostrado no desenho não é restrito a qualquer tipo particular de substrato, desde que as partículas tenham afinidade maior em relação à superfície doadora que ao substrato sem revestimento (isto é, em áreas carentes de uma camada receptiva adequada). O substrato pode ser folhas individuais de papel ou cartão ou o mesmo pode ter uma forma de uma manta contínua. O substrato também pode ser produzido a partir de um tecido ou de couro. Devido à maneira pela qual as partículas são aplicadas ao substrato, as partículas tendem a permanecer na superfície do substrato. Isso permite que impressão de alta qualidade seja alcançada em papel de qualidade indiferente. Além disso, o material do substrato não precisa ser fibroso e pode, em vez disso, ser qualquer tipo de superfície, por exemplo, uma película de plásticos ou uma borda rígida. Conforme explicado anteriormente, o substrato também pode ter qualquer aspereza

desejada adaptada à aparência desejada, embora tal efeito pretendido também possa ser modulado no nível da camada receptiva.

[00137] Deve ser lembrado que alguns substratos de impressão podem ser supridos de forma revestida ou não revestida ou ser, de outro modo, pré-tratados para facilitar seu uso pretendido. Por exemplo, um substrato pode ser revestido com um material iniciador que pode aperfeiçoar a adesão posterior de uma camada receptiva ao substrato, ou possibilita que qualquer outra etapa similar a qual o substrato possa ser submetido. No presente relatório descritivo, o termo "substrato" deve ser entendido em seu sentido mais amplo, independente de forma, material e revestimento (revestimentos) ou falta dos mesmos, como uma sustentação física para uma imagem a ser ou que foi impressa, em particular, com capacidade para suportar as partículas a serem transferidas em consequência disso.

#### A estação de impressão

[00138] A estação de impressão ilustrada 18 compreende apenas um cilindro de impressão macio 22 que é pressionado contra o tambor 10 e sua superfície doadora externa 12. O cilindro de impressão 22 pode formar parte de um sistema de transporte de substrato, nesse caso, o mesmo pode ser equipado com garras para engatar a borda anterior de folhas de substrato individuais. De modo alternativo, o cilindro de impressão pode suportar um formato que serve para gravar em relevo adicionalmente o substrato de impressão ao qual as partículas estão sendo transferidas.

[00139] Conforme mencionado, um sistema de impressão de acordo com presentes ensinamentos pode incluir mais de uma estação de impressão. As estações de impressão separadas, que tipicamente permitem a deposição de composições diferentes sobre um substrato, como a transferência de partículas diferentes ou a impressão de cores diferentes ou de efeitos visuais diferentes com uma mesma cor, em que cada uma pode incluir um cilindro de impressão diferente. No entanto, isso não precisa necessariamente ser o caso. Por exemplo, duas ou mais estações de tratamento (se digitais, conforme ilustrado pela estação 16 ou analógicas, conforme ilustrado pela estação 36) podem, cada uma, ter sua

respectiva estação de revestimento a jusante/superfície doadora e serem radialmente posicionadas para estarem voltadas para um único cilindro de impressão. Isso é esquematicamente ilustrado na Figura 4 que exemplifica um caso de três estações de revestimento 14a, 14b e 14c, cada uma prosseguiu em seu lado a montante por uma respectiva estação de tratamento 46a, 46b e 46c, em que o tratamento de substrato 20 ou de uma camada receptiva nas mesmas é alcançado por qualquer meio adequado, conforme anteriormente exemplificado de uma maneira não limitante com estações 16 e 36. Os estrangulamentos entre superfícies doadoras 12a, 12b e 12c e cilindro de impressão 22 formam as estações de impressão radialmente dispostas 18a, 18b e 18c. Conforme explicado anteriormente, embora a Figura 4 ilustre uma pluralidade de estações de impressões de acordo com os presentes ensinamentos, o sistema de impressão da invenção pode, de modo alternativo e adicional, incluir estação (ou estações) de impressão convencional. Tais estações podem servir para imprimir uma imagem de segundo plano para as regiões selecionadas a serem revestidas com partículas, ou uma imagem de primeiro plano que é impressa após as partículas serem transferidas para o substrato, ou ambas.

[00140] Além disso, um sistema de impressão, mesmo se monocromático, pode incluir um sistema de aperfeiçoamento que permite impressão de lado duplo. Em alguns casos, o aperfeiçoamento pode ser apresentado no nível do sistema de transporte de substrato que pode, por exemplo, reverter um substrato para um lado ainda não impresso e alimentado novamente para o lado não impresso do substrato para o mesmo tratamento e estações de impressões que serviram para imprimir o primeiro lado. Em outros casos, aperfeiçoamento pode ser apresentado incluindo-se duas estações de impressão separadas (e suas respectivas estações a montante ou a jusante), em que cada estação de impressão possibilita impressão em um lado diferente do mesmo substrato.

#### Impressões exemplificativas

[00141] As Figuras 5A a 5D mostram figurações de substratos de impressão conforme usado e obtidas de acordo com os presentes ensinamentos. Os substratos foram impressos com o uso

de um sistema de impressão conforme esquematicamente ilustrados na Figura 2 com modificações como a seguir.

[00142] Brevemente, o substrato de impressão foi uma manta de ou um papel sintético (película de polipropileno orientada de modo biaxial (BOPP) White Matt P25 Synthetic54 Glassine Liner 60gsm, disponível junto à Nirotech Adhesives & Coating Technologies, Israel) ou uma folha de plástico de polipropileno metálica sobre a qual uma laca (Wessco® 3501 UV-varnish de Schmid Rhyner AG, Suíça), foi aplicada por impressão flexográfica em uma velocidade linear de 30 m/min para formar, mediante cura suficiente, uma camada receptiva 26. A espessura da camada resultante foi cerca de 3,6 a 4,2  $\mu\text{m}$ , conforme foi determinado por Microscópio Confocal a Laser (Olympus®, LEXT). As partículas supridas para a estação de revestimento, a serem dispensadas na superfície doadora de modo a formar substancialmente uma monocamada, foram flocos de alumínio \pó de alumínio 6150 disponível junto à Quanzhou Manfong Metal Powder Co., China, N° de CAS 7429-90-5) que tem um formato ligeiramente de plaqueta com um diâmetro médio de cerca de 4  $\mu\text{m}$  e uma espessura média de cerca de 70 nm. As partículas foram alimentadas em uma concentração de peso de cerca de 3 % em peso em água e aspergidas sob uma esponja cilíndrica de rolamento que serve como aplicador intermediário **1420**. A superfície doadora **12** foi produzida a partir de polímeros à base de silicone que consiste, em dimetil polissiloxano funcionalizado por vinila (PDMS), em que a formulação curável por adição e preparação foram detalhadas acima. O substrato de impressão, incluindo os padrões da camada receptiva aplicada em linha, foi alimentado para o sistema de impressão inventivo em temperatura ambiente, em uma velocidade linear de 30 m/min e a força aplicada no estrangulamento da estação de impressão foi cerca de 12 kg-f/cm.

[00143] A **Figura 5A** mostra uma figuração do substrato antes de sua alimentação para a estação de impressão, os padrões mais escuros que correspondem à camada receptiva conforme aplicado por impressão flexográfica conforme explicado acima. Para visibilidade aperfeiçoada da camada receptiva, o substrato de

papel sintético branco BOPP foi pré-impresso com uma imagem de segundo plano preta antes da aplicação do padrão de camada receptiva. A **Figura 5B** mostra uma figuração de um substrato de papel BOPP branco após sua saída da estação de impressão, após entrar em contato com as partículas de alumínio revestidas na superfície doadora, em que os padrões mais escuros correspondem às partículas transferidas. As **Figura 5C** e **5D** mostram figurações pós-impressão similares com padrões metalizados contrastados, em que o substrato usado na **Figura 5C** é uma folha metálica de plástico transparente (colocada em um plano de fundo branco para fins da figuração) e o substrato usado na **Figura 5D** é o substrato de papel preto da **Figura 5A**.

[00144] As **Figuras 6A** a **6D** são vistas magnificadas de uma seção das **Figuras 5A** a **5D**, respectivamente. Conforme pode ser visualizado, a camada receptiva padronizada no substrato desafixada adequadamente na estação de impressão como partículas de alumínio da superfície doadora, de modo a fornecer uma imagem impressa de metal correspondente a jusante da estação de impressão. Tais imagens não foram adicionalmente processadas de qualquer maneira (por exemplo, nenhum polimento, nenhum envernizamento, etc.). É adicionalmente verificado que a transferência deixou as regiões correspondentes na superfície doadora 12 expostas (não mostrada), em que tais regiões são restauradas com novas partículas mediante a finalização de um ciclo subsequente na estação de revestimento.

[00145] Exemplos adicionais foram impressos com o uso de uma estação de tratamento alternativa em um sistema de impressão conforme esquematicamente ilustrado na **Figura 2** com modificações como a seguir. Brevemente, o substrato de impressão foi um papel fotográfico (HP, EUA) sobre o qual uma laca (UV Screen Tactile Varnish, N° de Cat. UVD0-1200-408N, Flint Group, Alemanha) foi aplicada para formar padrões de imagem desejados (por exemplo, incluindo texto e/ou ilustrações). A laca foi aplicada por impressão por serigrafia giratória em uma velocidade linear de 20 m/min, em que a tela que tem uma superfície aberta de 36 % e um tamanho de trama de 165 µm. A camada formada no substrato auto-

nivelado enquanto é transportada para uma estação de cura (por exemplo, durante cerca de 10 segundos ou menos). O substrato padronizado e revestido por laca foi produzido por um sistema de transporte de substrato de manta que compreende um substrato sem revestimento de suprimento de rolo de desenrolamento, um rolo de enrolamento que coleta o substrato, incluindo os padrões de camada receptiva desejados e rolos intermediários e quadros de sustentação que definem a trajetória que é percorrida pelo substrato de manta de seu lado de alimentação de entrada para seu lado de entrega. A estação de cura, disposta a jusante da estação de tratamento (em que a laca foi aplicada) e a montante do rolo de enrolamento de entrega, inclui lâmpadas UV, de modo a curar parcialmente a laca curável por UV. A camada receptiva pode, de preferência, ser curada para ser suficientemente seca ao toque para permitir o enrolamento do substrato de uma maneira que não seria prejudicial para a camada receptiva conseqüentemente aplicada. Adicionalmente, a camada receptiva tipicamente precisa permanecer suficientemente não curada de modo a ter afinidade suficiente com as partículas durante a impressão (quando colocar em contato as partículas na estação de impressão 18). Uma vez que suficientemente seca, no presente exemplo por cura parcial, a camada receptiva formou os padrões desejados para aplicação subsequente das partículas. A camada receptiva, então, formada tinha uma espessura de cerca de 52 a 65  $\mu\text{m}$  acima da superfície do substrato, conforme foi determinado por Microscópio Confocal a Laser (Olympus®, LEXT).

[00146] A preparação acima do substrato foi realizada em estado desligado e o substrato foi alimentado para a estação de impressão de um sistema de impressão de acordo com presentes ensinamentos, com o uso de um sistema de transporte de substrato padrão, similar àquele descrito anteriormente. Para visibilidade aperfeiçoada da camada receptiva, o substrato de papel foi pré-impresso com uma imagem de segundo plano preta antes da aplicação do padrão de camada receptiva.

[00147] O substrato de impressão, incluindo os padrões para se tornar revestido por partículas durante impressão, a

afinidade dos padrões seletivos com as partículas é maior que a afinidade das partículas com a superfície doadora, foi alimentado em uma velocidade linear de 0,2 m/s, embora o sistema possa estar operando em qualquer outra velocidade adequada (por exemplo, em geral, até 2 m/s, mas ainda até 15 m/s ou mais). A força no estrangulamento da estação de impressão 18, entre a superfície doadora 12 e o cilindro de impressão 22 foi de cerca de 8 kg-f/cm e a impressão foi realizada em temperatura ambiente (cerca de 23 °C) sem qualquer aquecimento adicional, nem no estrangulamento nem a montante do estrangulamento. Tais condições de operação não devem ser interpretadas como limitantes.

[00148] As partículas (as mesmas anteriormente descritas) foram supridas para a estação de revestimento em uma concentração de peso de cerca de 0,1 % em peso em água para formar uma monocamada em uma superfície doadora 12 produzida a partir de PDMS, a formulação curável por adição e preparação que foram detalhadas acima.

[00149] Os resultados (não mostrados) foram similares àqueles representados nas Figuras 5A, 5D, 6A e 6D. A saber, o pré-substrato impresso 20 antes de sua alimentação para a estação de impressão, exibiu um padrão mais escuro que o substrato de plano de fundo, em que o padrão é formado do material devido à adesão às partículas mediante impressão (isto é, a laca seca que forma a camada receptiva 26). O mesmo substrato após sua saída da estação de impressão 18, após entrar em contato com a superfície externa de tambor giratório 10 e transferência das partículas de alumínio que foram anteriormente revestidas na superfície doadora 12, exibiu uma versão metalizada do padrão. Isso demonstra adicionalmente que a camada receptiva padronizada no substrato desafixou adequadamente na estação de impressão as partículas de alumínio da superfície doadora, de modo a fornecer uma imagem impressa de metal que tem um padrão correspondente a jusante da estação de impressão.

[00150] A velocidade na qual um substrato 20 é transportado ao longo das diversas estações nas quais o mesmo é processado e/ou a distância entre tais estações subsequentes pode

ser usada para modular a duração de cada etapa, também denominada "tempo de permanência", muito embora o substrato esteja tipicamente em movimento. Por exemplo, o tempo de permanência na estação de tratamento pode afetar o nível de ativação de regiões selecionadas ou a espessura da camada aplicada receptiva 26 (que dependendo da viscosidade da substância constituinte e seu método de deposição pode ter entre alguns e centenas de micrômetros). A espessura de camada receptiva que pode ser obtida por aplicação de impressão por serigrafia está tipicamente entre 50 e 500  $\mu\text{m}$  e, mais tipicamente, no máximo 200  $\mu\text{m}$ . A mesma pode ser modificada para fornecer uma aparência de "gravação", se alguma distância entre o topo da camada receptiva (de modo subsequente a camada de partículas) e o substrato for desejada. Ao usar impressão flexográfica, uma camada receptiva mais fina pode ser formada, que tem uma espessura tipicamente entre 1  $\mu\text{m}$  e 50  $\mu\text{m}$  e mais tipicamente, no máximo 15  $\mu\text{m}$ .

[00151] Acredita-se que o tempo de permanência entre a aplicação de uma substância devido à formação da camada receptiva 26 e sua configuração para uma etapa subsequente (por exemplo, secagem, cura, entrar em contato com partículas, etc.) pode afetar a topografia da superfície externa da camada receptiva. Por exemplo, para efeitos brilhantes, fornecido tempo suficiente, o revestimento recém-aplicado pode se nivelar na superfície do substrato para formar uma camada receptiva que tem uma espessura substancialmente uniforme e/ou que tem uma superfície externa relativamente macia. Em tal caso, pode ser preferencial que a substância que forma a camada receptiva tenha tempo para desgaseificar (isto é, reduzir ou eliminar as bolhas de ar que podem ser "aprisionadas" na camada receptiva) para aprimorar adicionalmente as propriedades topográficas da superfície de camada receptiva externa de modo a aprimorar conformidade para as partículas e/ou para aprimorar a transferência das partículas para o substrato de impressão como um mosaico orientado de modo uniforme de partículas. O tempo de permanência em e após cada estação depende do efeito de impressão desejado e dos materiais que são usados no processo (por exemplo, tipo de substrato, camada

receptiva e partículas). Será verificado que tais ajustes de processo são conhecidos por indivíduos versados na técnica de impressão.

#### Vistas magnificadas de impressões metalizadas

[00152] As vistas magnificadas de impressões obtidas por tecnologias conhecidas e pela presente invenção foram capturadas por microscópio confocal, de uma maneira anteriormente explicada em relação à avaliação da porcentagem de uma área que é coberta por partículas. As impressões de acordo com os presentes ensinamentos foram obtidas aplicando-se uma camada receptiva por meio de impressão por serigrafia em um substrato de impressão produzido a partir de papel. A superfície doadora e as partículas de alumínio são como anteriormente descrito, em que as partículas estão em uma concentração de peso de 3 % em peso da composição aquosa. O substrato de impressão, incluindo os padrões de camada receptiva devido a se tornarem revestidos por partículas durante impressão, foi alimentado em temperatura ambiente, em uma velocidade linear de 0,5 m/s e a força aplicada ao estrangulamento da estação de impressão foi cerca de 12 kg-f/cm.

[00153] Os micrógrafos magnificados representativos, em que todas as imagens têm a mesma magnificação, são mostrados nas **Figuras 7A a 7F**. Os painéis A a D da Figura exibem imagens que mostram vistas superiores de impressões convencionalmente metalizadas conforme obtido por: (A) Estampagem de folha metálica (técnicas a quente e a frio que resultam em uma aparência substancialmente similar); (B) Impressão por deslocamento; (C) Impressão por gravura e (D) Flexografia. A **Figura 7E** mostra uma vista magnificada de modo similar de uma impressão de acordo com uma modalidade da presente revelação, enquanto que, para comparação, o painel (F) exhibe uma monocamada de partículas como formadas na superfície doadora da estação de revestimento, antes de serem transferidas para um substrato de impressão de modo a formar uma imagem conforme magnificado no painel (E). A barra de escala no ângulo esquerdo inferior de todas as imagens corresponde a 40  $\mu\text{m}$ .

[00154] Conforme pode ser visualizado no painel (A), a impressão de folha metálica, se a quente (conforme mostrado) ou a frio, resultou, de modo esperado, em uma película contínua de metal que cobre completamente toda a área capturada. As camadas de particulado convencionalmente obtidas e ilustradas nos painéis (B) a (D), são tipicamente não uniformes, pelo menos em um dentre os aspectos a seguir: a) a camada compreendem pilhas de partículas sobrepostas; b) as pilhas são aleatoriamente distribuídas, possivelmente como resultado das limitações de cada tecnologia de impressão convencional; c) a espessura da camada é irregular, em particular, na presença de pilhas aleatoriamente distribuídas; e/ou d) as lacunas entre partículas próximas são aleatoriamente distribuídas, possivelmente como resultado das limitações de cada tecnologia de impressão convencional. É observado que a aparência geral das impressões convencionais a partir das quais as imagens de painéis (B) a (D) foram retiradas pode ser amplamente descrita como sendo mais opaca que a impressão relativamente mais brilhante de acordo com os presentes ensinamentos. É interessante observar que mesmo a camada de partículas formada na superfície doadora pode ser relativamente mais brilhante que impressões convencionais. Isso sugere adicionalmente que partículas as convencionalmente aplicadas para metalizar uma superfície são de orientações irregulares, em que a quantidade de partículas possivelmente paralela à superfície do substrato é insuficiente para fornecer reflexão de luz suficiente para um efeito brilhoso. Em outras palavras, o "potencial reflexivo" de partículas substancialmente paralelas é reduzido ou contrabalanceado pelo efeito de "difusão" das partículas que têm orientações aleatórias "não paralelas". Em contraste com tais tecnologias comparativas que dependem de impressão de partículas, o presente método possibilita uma orientação mais uniforme das partículas, em que as partículas são predominantemente paralelas ao substrato, conforme sustentado pelo brilho relativamente alto e confirmado por medições de Microscópio de Força Atômica (AFM) e FIB realizadas em cortes transversais de impressões resultantes.

[00155] Deve ser observado que, em comparação com tintas de metal usadas em tecnologias de impressão convencionais, composições de partículas com aparência de metal adequadas para o presente método de impressão não precisam compreender um aglutinante (por exemplo, *um* aglutinante polimérico). Desse modo, as presentes monocamadas são desprovidas ou substancialmente desprovidas de um aglutinante, enquanto que imagens de tinta de metal criadas com o uso de tais imagens de tinta de metal que contêm aglutinante necessariamente convencionais tipicamente aparecem no substrato impresso como uma película contínua de "ligação" de aglutinante entre partículas adjacentes. Como aglutinantes convencionalmente usados tipicamente envolvem partículas da técnica em todas as três dimensões, a construção de impressão resultante, em geral, aparece como uma película de aglutinante que circunda aleatoriamente disposições formadas de partículas, em geral, encapsulando os estratos de partículas e sobrerrevestindo as mesmas. Isso é ilustrado nas Figuras 9B e 9C, discutido no presente documento abaixo.

[00156] O brilho da superfície metalizada de amostras impressas pode ser medido por qualquer instrumento adequado. Nos presentes exemplos, o mesmo foi medido com o uso de um Refletômetro de Opacidade-brilho (BYK, N° de Cat. AG-4601), em que o iluminador projeta a luz incidente e o detector mede a luz refletida em ângulos de 20° perpendiculares à superfície, em que o iluminador e o detector, desse modo, têm 40° de distância de arco entre si. Todas as amostras testadas foram impressas em substrato de papel, que tem um tamanho de 4 cm x 2 cm, em que as amostras metalizadas correspondem a tecnologias convencionais que são obtidas a partir de impressoras comerciais. Para cada tecnologia, pelo menos três amostras recebidas aleatoriamente foram testadas e seus valores de brilho foram ponderados. Embora não possa ser descartado que cada tecnologia de metalização de impressão convencional pode obter resultados maiores, os seguintes valores de brilho são considerados representativos e fornecidos em sustentação da orientação uniforme de partículas conforme aplicadas e impressas de acordo com os presentes ensinamentos.

[00157] As superfícies impressas metalizadas, conforme revelado no presente documento (com o uso de um aplicador de serigrafia), exibiram um brilho médio de 426 Unidades de Lustro (GU). Para comparação, cinco amostras impressas em folha metálica exibiram um brilho médio de 489 GU; quatro amostras impressas por deslocamento tiveram um brilho médio de cerca de 22 GU; três amostras impressas por gravura tiveram um brilho médio de cerca de 63 GU; e três amostras impressas por flexografia tiveram um brilho médio de cerca de 55 GU. Portanto, a presente tecnologia é dotada de uma monocamada de partículas com um brilho comparável à impressão de folha metálica, em que a película contínua de metal é tipicamente substancialmente paralela à superfície de substrato. Em comparação com tecnologias convencionais que dependem de partículas individuais, pode ser percebido que a presente revelação possibilita um brilho significativamente maior que corresponde a aproximadamente brilho gerado por 6,8 dobras de gravura, cerca de brilho gerado por 7,7 dobras de flexografia e cerca de brilho gerado por 19 dobras de deslocamento.

[00158] Normalizar tais valores de brilho para as dimensões características das partículas ou películas envolvidas em cada processo pode fornecer uma medição adicional do resultado excelente do presente método de impressão. Um parâmetro de Brilho Por Tamanho (GPS), fornecido nas Unidades de Lustro por micrômetro, é no presente documento definido como o brilho de uma amostra impressa dividida por uma dimensão planar característica do brilho que gera partícula ou película. O brilho pode ser medido conforme descrito acima e a característica de dimensão da superfície reflexiva de relevância para cada tecnologia de impressão ou amostra impressa pode ser medido por microscópio confocal. Tipicamente, tal dimensão é o diâmetro médio ou outra característica de dimensão de pelo menos vinte partículas distintas consideradas representativas da população de partículas amostradas no substrato impresso que é testado. Em tecnologias de impressão existentes, acredita-se tipicamente que flocos pequenos, menores que 10  $\mu\text{m}$  ou 5  $\mu\text{m}$ , devem ser evitados, em que as partículas têm uma característica metálica distinta que

necessita de um diâmetro equivalente de cerca de 30  $\mu\text{m}$  ou mais. Espera-se que tais flocos pequenos, especialmente se menores que 5  $\mu\text{m}$ , ocasionem um efeito de dispersão de borda significativo, reduzam o brilho metálico e o brilho de uma construção impressa. Também se acredita que partículas menores podem ter uma tendência menor que a partícula maior de adotar uma configuração paralela dos flocos, tal alinhamento quando paralelo à superfície do substrato de impressão também contribui para o brilho.

[00159] Tal análise foi aplicada aos resultados de brilho acima, levando em consideração dimensões características médias medidas de cerca de 2  $\mu\text{m}$  para as partículas das construções impressas inventivas, em comparação com cerca de 5  $\mu\text{m}$  para as partículas amostradas na construção impressa por deslocamento, cerca de 10  $\mu\text{m}$  para as partículas amostradas nas construções impressas por flexografia e gravura e um número infinito arbitrariamente definido como 1.000  $\mu\text{m}$  para a camada contínua das construções impressas de folha metálica. O GPS calculado para as construções impressas obtidas pelo método revelado no presente documento foi de cerca de 230 GU/ $\mu\text{m}$ . O GPS calculado para as tecnologias conhecidas conforme avaliado nas amostras disponíveis não excedeu 10 GU/ $\mu\text{m}$ . Ainda não pode ser descartado que tais tecnologias poderiam produzir construções impressas que têm um brilho maior e/ou que são formadas a partir de partículas que têm uma característica de dimensão menor, que resulta em um GPS de até 20 GU/ $\mu\text{m}$ , ou até 30 GU/ $\mu\text{m}$  ou até 40 GU/ $\mu\text{m}$  ou mesmo até 50 GU/ $\mu\text{m}$ . Ainda assim, é claro que o GPS das construções impressas que resulta do método no presente documento revelado é significativamente maior. Acredita-se que as construções impressas de acordo com os presentes ensinamentos podem ter, ao usar partículas que têm uma superfície refletora de luz, um GPS de pelo menos 100 GU/ $\mu\text{m}$ , ou pelo menos 150 GU/ $\mu\text{m}$ , ou pelo menos 200 GU/ $\mu\text{m}$  ou pelo menos 300 GU/ $\mu\text{m}$ , ou pelo menos 400 GU/ $\mu\text{m}$ , ou ainda pelo menos 500 GU/ $\mu\text{m}$ . É entendido que tal parâmetro é de relevância apenas se o brilho tiver uma qualidade desejada das construções impressas. Quando as partículas usadas no presente sistema e/ou método de impressão não são destinadas a conferir

brilho à construção impressa, o GPS das construções impressas resultantes pode estar abaixo de 100 GU/ $\mu\text{m}$ .

#### Tratamento de substrato alternativo

[00160] Um experimento de impressão similar foi realizado, em que a camada receptiva foi aplicada a um substrato de papel sintético (película de polipropileno orientada de modo biaxial (BOPP) White Matt P25 Synthetic54 Glassine Liner 60gsm, Nirotech Adhesives & Coating Technologies, Israel) por impressão flexográfica. Wessco® 3501 UV-varnish disponível junto à Schmid Rhyner AG, Suíça, foi aplicado ao substrato 20 para formar, mediante cura suficiente, a camada receptiva 26. A espessura da camada resultante foi cerca de 3,6 a 4,2  $\mu\text{m}$ . A aparência das imagens metalizadas (revestidas com partículas de alumínio conforme descrito acima) foi conforme ilustrado nas Figuras 5A a 6D e comparável (dados não mostrados) às imagens obtidas com camadas receptivas aplicadas por serigrafia. Adicionalmente, as camadas de partículas formadas em tal substrato tratado foram similares (dados não mostrados) àquelas anteriormente observadas em vistas magnificadas de imagens obtidas com camadas receptivas aplicadas por serigrafia (consulte Figura 7E, para referência).

[00161] A cobertura de porcentagem de área ou cobertura de superfície óptica foi avaliada conforme anteriormente descrito. Brevemente, amostras foram preparadas de modo similar por impressão flexográfica da camada receptiva em uma folha metálica de plástico transparente de BOPP, imagens de áreas metalizadas (isto é, formadas na camada) foram capturadas por Microscópio Óptico (Olympus® BX61 U-LH100-3) em uma magnificação de X50 e analisadas em modo de transmissão. Os resultados de três amostras (em que cada uma tem uma média de três imagens) foram 81,3 %, 84,9 % e 86,4 %.

[00162] Parâmetros adicionais foram medidos para comparar uma camada receptiva conforme aplicada por impressão por serigrafia com uma camada receptiva conforme aplicada por impressão flexográfica, em que essas duas técnicas que são exemplos não limitantes de métodos de tratar um substrato para a presente tecnologia. A aspereza de uma área da superfície de topo

de cada camada (antes de seu revestimento com partículas) foi medida com o uso de Microscópio Confocal a Laser. A aspereza de área do substrato de papel de impressão sobre a qual o mesmo foi aplicado foi medida como uma referência. O substrato tinha uma aspereza de área de linha de base média  $R_a$  de 0,61  $\mu\text{m}$ . Quando a camada receptiva foi aplicada nesse substrato por impressão por serigrafia (espessura de camada de cerca de 52 a 65  $\mu\text{m}$ ), a aspereza de área  $R_a$  da superfície de topo da camada receptiva foi cerca de 0,46  $\mu\text{m}$ . Quando a camada receptiva foi aplicada nesse substrato por impressão flexográfica (espessura de camada de cerca de 3,6 a 4,2  $\mu\text{m}$ ), a aspereza de área  $R_a$  da superfície mais superior da camada adesiva foi 0,7  $\mu\text{m}$ .

[00163] Embora não essencial à presente tecnologia, mas dependendo do efeito de impressão desejado, acredita-se que camadas receptivas que têm uma aspereza relativamente baixa (por exemplo,  $R_a < 2 \mu\text{m}$  ou mesmo  $R_a < 1 \mu\text{m}$ ) favorecem uma orientação mais uniforme das partículas, conseqüentemente, possivelmente uma aparência mais brilhante. Também se acredita que uma camada receptiva mais espessa, em particular, devido ao tempo suficiente para se nivelar apropriadamente no substrato e/ou desgaseificar, pode "absorver" e reduzir parte da aspereza intrínseca do substrato, produzindo uma superfície mais superior que tem uma aspereza inferior a uma camada receptiva relativamente fina, que segue mais estritamente o contorno da superfície de substrato. Espera-se que a contribuição da espessura da camada receptiva para o efeito de impressão visível reduza para substratos que são macios por si só (por exemplo, substratos de impressão produzidos a partir de materiais de plástico).

[00164] Os diversos tipos de camadas de partícula, que podem ser obtidos pelo método de impressão descrito acima no presente documento, são esquematicamente ilustrados no corte transversal ao longo do plano x-y apresentado na Figura 8A e **8B**. Embora as partículas 802, que têm uma superfície externa 804, sejam ilustradas como tendo um formato em corte transversal alongado (por exemplo, que corresponde a uma partícula similar à plaqueta), isso não deve ser interpretado como limitante. As

partículas 802 são posicionadas no topo de uma camada receptiva 26, em que a mesma é aplicada de modo seletivo sobre a superfície de recebimento de imagem 80 de um substrato de impressão 20, em que tal disposição resulta em uma construção impressa 800 que tem uma monocamada **810** de partículas. Conforme explicado anteriormente, as superfícies externas 804 de partículas 802 podem ser hidrofóbicas.

[00165] Em referência à **Figura 8A**, diversas partículas são mostradas como estando parcialmente sobrepostas, consulte seção A, em que tal sobreposição produz uma espessura de camada de partícula geral representada como *T*. Na seção B, as partículas são ilustradas como sendo contíguas, enquanto que a seção C aponta para uma lacuna entre partículas próximas que é discernível a partir de uma direção, em geral, ortogonal à face ampla de substrato de impressão 20. Na seção D, uma partícula 806 é mostrada como não estando em contato com a camada receptiva, como aparece no presente corte transversal x-y. No entanto, tal partícula sobreposta pode ser posicionada sobre as partículas que estão em contato com a camada de baixo para que a mesma possa estar, de modo concebível, em contato com a camada receptiva em outro ponto (não mostrado) ao longo da direção z. Na seção E, uma partícula 808 é mostrada como estando sobreposta por mais de uma partícula adjacente.

[00166] A **Figura 8B** ilustra uma modalidade alternativa, em que a monocamada **810** de partículas é adicionalmente revestida com um sobrerrevestimento 820. Embora não mostrado na presente ilustração, acredita-se que bolhas de ar bem pequenas podem ser aprisionadas em ou próximas à interface entre a camada receptiva 26 (e a monocamada **810** de partículas dispostas na mesma) e o sobrerrevestimento subsequente 820. Tal fenômeno pode facilitar a visualização do limiar entre tais camadas conforme pode ser avaliado por técnicas de FIB-SEM ou qualquer outro método robusto.

[00167] Deve ser observado que enquanto a monocamada 810 é ilustrada nas Figuras 8A e 8B como sendo formada no topo de uma camada receptiva, a mesma pode penetrar ligeiramente para ser parcialmente incorporada dentro da camada, dependendo das

condições de operação e materiais selecionados. Ademais, embora as ilustrações relacionadas aos resultados impressos esquemáticos exemplificativos do presente método de impressão, uma camada substancialmente similar à **810** pode ser formada na superfície doadora **12**.

[00168] As **Figuras** 9A a 9C ilustram esquematicamente cortes transversais de construções impressas 900 como obtível com o uso de tecnologias de impressão conhecidas. Para evitar dúvida, nenhuma das Figuras ilustrativas é desenhada em escala, o que é o caso, em particular, para as Figuras 8A a B e 9A a C, em que a comparação é, portanto, meramente qualitativa.

[00169] A **Figura** 9A ilustra uma imagem metalizada representativa que resulta da impressão de metal de folha metálica. Em tal construção impressa, uma camada adesiva **910** é tipicamente transferida com uma camada de metal 920, de modo a permitir a fixação da camada de metal ao substrato 20. As **Figuras** **9B** e 9C ilustram construções impressas preparadas com tintas que compreendem uma mistura habitual de partículas e um aglutinante, em que tais tintas que contêm aglutinante são aplicadas a um substrato de impressão 20 por métodos de impressão da técnica. A camada 930 ilustra a película aglutinante ou matriz tipicamente formada no substrato enquanto com o uso de tais tintas e métodos conhecidos. Conforme pode ser visualizado, tais técnicas, em geral, produzem estratos de partículas, como partículas nos estratos mais distantes da superfície do substrato de impressão que não têm, em geral, contato direto possível com o substrato. Dependendo da técnica de impressão, os materiais usados na mesma e a condição de operação, as partículas podem exibir padrões amplamente abrangidos em duas categorias. A **Figura** 9B ilustra esquematicamente uma situação em que partículas 902, que têm uma superfície externa **904**, exibem um comportamento de não folhagem, em que as partículas são pelo menos parcialmente aleatoriamente distribuídas e/ou orientadas dentro da matriz aglutinante. A **Figura** **9C** ilustra esquematicamente uma situação alternativa em que as partículas 906 exibem um comportamento de folhagem, em que as partículas tendem a migrar em direção à interface entre a

película aglutinante e ar. Portanto, tais partículas de construções impressas conhecidas tendem a formar um gradiente de distribuição, em que sua densidade é maior quanto mais próximo da interface com o ar. As partículas de folhagem também são tipicamente orientadas de modo mais uniforme dentro da matriz aglutinante. Deve ser observado que em tais exemplos, as superfícies 904 de partículas 902 não precisam ser hidrofóbicas. Conforme anteriormente ilustrado no contexto das construções de impressão inventivas possibilitadas pela presente revelação, construções impressas da técnica anterior pode ser adicionalmente sobrerrevestidas (não mostrado).

[00170] Na descrição e nas reivindicações da presente revelação, cada um dos verbos, "compreende" "inclui" e "tem" e conjugações dos mesmos, são usados para indicar que o objeto ou objetos do verbo não são necessariamente uma listagem completa de membros, componentes, elementos, etapas ou partes do sujeito ou sujeitos do verbo. Esses termos abrangem os termos "que consiste em" e "que consiste essencialmente em".

[00171] Conforme usado no presente documento, a forma singular "uma", "uma", "o" e "a" incluem referências plurais e significa "pelo menos um" ou "um ou mais" a menos que o contexto exija claramente de outro modo.

[00172] Os termos de posição ou movimento, como "superior", "inferior", "direita", "esquerda", "fundo", "abaixo", "rebaixado", "baixo", "topo", "acima", "elevado", "alto", "vertical", "horizontal", "traseiro", "dianteiro", "a montante" e "a jusante", bem como variações gramaticais dos mesmos, podem ser usados no presente documento para propósitos exemplificativos apenas, para ilustrar o posicionamento, colocação ou deslocamento relativo de determinados componentes, para indicar um primeiro e um segundo componentes nas presentes ilustrações ou para indicar ambos. Tais termos não indicam necessariamente que, por exemplo, um componente de "fundo" está abaixo um componente de "topo", uma vez que tais direções, componentes ou ambos podem ser virados, girados, movidos no espaço, colocados em uma orientação ou posição

diagonal, colocados de modo horizontal ou vertical ou modificados de modo similar.

[00173] A menos que indicado de outro modo, o uso da expressão "e/ou" entre os últimos dois membros de uma lista de opções para seleção indica que uma seleção de uma ou mais das opções listadas é apropriada e pode ser realizada.

[00174] Na revelação, a menos que indicado de outro modo, adjetivos como "substancialmente" e "cerca de" que modificam uma condição ou característica de relação de um recurso ou recursos de uma modalidade da presente tecnologia, devem ser entendidos como significando que a condição ou característica é definida para dentro de tolerâncias que são aceitáveis para a operação da modalidade para uma aplicação para qual a mesma é prevista, ou dentro de variações esperadas da medição que é realizada e/ou do instrumento de medição que é usado. Quando o termo "cerca de" precede um valor numérico, o mesmo se destina a indicar +/- 15 %, ou +/- 10 %, ou mesmo apenas +1 a 5 % e, em alguns exemplos, o valor preciso.

[00175] Embora essa revelação tenha sido descrita em termos de determinadas modalidades e, em geral, métodos, alterações e permutações associados às modalidades e métodos serão evidentes para aqueles versados na técnica. A presente revelação deve ser entendida como não limitada pelos exemplos específicos descritos no presente documento.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Método de impressão em uma superfície de um substrato **caracterizado pelo** fato de que compreende fornecer uma superfície doadora (12), que passa a superfície doadora através de uma estação de revestimento (14) a partir da qual a superfície doadora sai revestida com uma monocamada de partículas individuais em que as partículas aderem mais fortemente à superfície doadora do que umas às outras e que realiza repetidamente as etapas de:

(i) tratar a superfície de substrato (80) para produzir a afinidade das partículas para pelo menos regiões selecionadas da superfície de substrato maior que a afinidade das partículas para a superfície doadora,

(ii) colocar em contato com a superfície de substrato com a superfície doadora para fazer com que as partículas se transfiram da superfície doadora apenas para as regiões selecionadas tratadas da superfície de substrato expondo, dessa maneira, regiões da superfície doadora a partir das quais as partículas são transferidas para regiões correspondentes no substrato; e

(iii) retornar a superfície doadora para a estação de revestimento para produzir a monocamada de partícula contínua a fim de permitir impressão de uma imagem subsequente em uma superfície de substrato.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a proporção das partículas transferidas para as regiões selecionadas da superfície de substrato é tal que uma superfície exposta do substrato dentro das regiões selecionadas seja substancialmente imperceptível a olho nu.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo** fato de que a proporção da superfície de substrato nas regiões selecionadas revestidas com partículas está dentro da faixa de 80 % a 100 %.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

**caracterizado pelo** fato de que a proporção da superfície de substrato nas regiões selecionadas revestidas com partículas está dentro da faixa de 50 % a 80 %.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a proporção da superfície de substrato nas regiões selecionadas revestidas com partículas está dentro da faixa de 20 % a 50 %.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo** fato de que a etapa (i) compreende aplicar uma camada receptiva (26) às regiões selecionadas da superfície de substrato.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de que a camada receptiva é aplicada à superfície de substrato por impressão indireta.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de que a camada receptiva é aplicada à superfície de substrato por impressão indireta selecionada a partir do grupo que compreende impressão por deslocamento, impressão serigráfica, impressão flexográfica e impressão por gravura.

9. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de que a camada receptiva é aplicada à superfície de substrato por impressão direta, incluindo por jateamento direto.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo** fato de que a etapa (i) compreende expor as regiões selecionadas da superfície de substrato à radiação para ativar uma camada receptiva que é pré-aplicada ao substrato.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 10, **caracterizado pelo** fato de que a camada receptiva aplicada ou ativada na superfície de substrato tem uma espessura entre 0,5  $\mu\text{m}$  e 500  $\mu\text{m}$ .

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 11, **caracterizado pelo** fato de que a camada receptiva aplicada ou ativada na superfície de

substrato tem uma superfície externa distal do substrato, em que a dita superfície externa é substancialmente macia com uma aspereza de superfície  $R_a$  de não mais que cerca de 2  $\mu\text{m}$ .

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 12, **caracterizado pelo** fato de que a camada receptiva aplicada ou ativada na superfície de substrato é substancialmente seca ao ser colocada em contato com as partículas revestidas na superfície doadora.

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **caracterizado pelo** fato de que as partículas revestidas na superfície doadora são substancialmente secas ao serem colocada em contato com regiões selecionadas da superfície de substrato.

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado pelo** fato de que as partículas compreendem um metal, liga, mica ou partículas revestidas ou não revestidas de um material polimérico ou de cerâmica que tem uma aparência metálica ou refletividade de superfície.

16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, **caracterizado pelo** fato de que as partículas são em formato de flocos ou plaquetas.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo** fato de que pelo menos 50 % das partículas, ou pelo menos 75 % das partículas, ou pelo menos 90 % das partículas têm uma espessura que não excede 100 nm.

18. Método, de acordo com a reivindicação 16 ou 17, **caracterizado pelo** fato de que pelo menos 50 % das partículas, ou pelo menos 75 % das partículas, ou pelo menos 90 % das partículas têm uma espessura de pelo menos 10 nm.

19. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, **caracterizado pelo** fato de que as partículas têm uma razão de aspecto média de pelo menos 10:1, ou pelo menos 20:1, ou pelo menos 50:1, ou pelo menos 100:1 entre pelo menos um dentre uma dimensão mais longa, um diâmetro principal e um diâmetro equivalente, conforme pode

ser o caso e uma espessura da dita plaqueta.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelo** fato de que a dita razão de aspecto é no máximo 200:1, ou no máximo 150:1, ou no máximo 120:1.

21. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 20, **caracterizado pelo** fato de que as partículas transferidas para a superfície de substrato estão dispostas sobre a camada receptiva em uma orientação substancialmente uniforme, em que as plaquetas são essencialmente paralelas a uma superfície da camada receptiva distal para o substrato.

22. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, **caracterizado pelo** fato de que compreende processar a superfície de substrato adicionalmente após ter feito contato com a superfície doadora.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado pelo** fato de que o processamento compreende polir ou aplicar calor e pressão a fim de modificar a aparência das partículas aderidas à superfície do substrato.

24. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado pelo** fato de que o processamento compreende curar ou curar adicionalmente a camada receptiva.

25. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 24, **caracterizado pelo** fato de que o processamento compreende revestir pelo menos as regiões selecionadas da superfície de substrato ou toda a superfície do substrato com uma laca.

26. Sistema de impressão **caracterizado pelo** fato de que compreende:

- uma superfície doadora contínua que circula de modo contínuo (12),
- uma estação de revestimento (14) para aplicar partículas à superfície doadora, em que a superfície doadora sustenta um revestimento de monocamada de partículas individuais na saída da estação de revestimento em que as partículas aderem mais fortemente à superfície doadora do que

umas às outras,

- uma estação de tratamento na qual uma superfície de substrato (20) é tratada para produzir regiões selecionadas da superfície de substrato que tem uma afinidade com as partículas na superfície doadora que é maior que a afinidade das partículas para a superfície doadora, e

- uma estação de impressão (18) na qual a superfície de substrato coloca em contato com a superfície doadora para fazer com que as partículas se transfiram da superfície doadora apenas para as regiões selecionadas da superfície de substrato expondo, dessa maneira, regiões correspondentes da superfície doadora,

em que após passar pela estação de impressão, a superfície doadora retorna, durante a operação, para a estação de revestimento para a camada de partículas a ser produzida contínua pela aplicação de partículas recentes às regiões expostas da superfície doadora.

27. Sistema de impressão, de acordo com a reivindicação 26, **caracterizado pelo** fato de que a estação de revestimento compreende:

(i) um suprimento de partículas suspensas em um fluido, em que as partículas aderem de modo mais forte à superfície doadora que a outra,

(ii) um dispositivo de aplicação para aplicar o fluido à superfície doadora de maneira a fazer com que as partículas suspensas no fluido sejam aderidas à superfície doadora de modo a formar um revestimento de partícula na superfície e

(iii) um sistema de extração de excedente operativo para extrair fluido e para remover partículas excedentes que não estão em contato direto com a superfície, de modo a deixar apenas uma monocamada de partículas que adere à superfície na saída da estação de revestimento.

28. Sistema de impressão, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado pelo** fato de que o dispositivo de aplicação compreende uma cabeça de aspersor (1401) para aspergir o fluido e partículas suspensas (1402) diretamente na

superfície doadora.

29. Sistema de impressão, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado pelo** fato de que o dispositivo de aplicação compreende um aplicador giratório (1402) operativo para limpar o fluido e as partículas suspensas na superfície doadora.

30. Sistema de impressão, de acordo com a reivindicação 29, **caracterizado pelo** fato de que o aplicador é uma esponja cilíndrica ou um rolo que tem uma pluralidade de faixas flexíveis que se estendem de modo radial a partir de um eixo central.

31. Sistema de impressão, de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado pelo** fato de que a esponja ou as faixas flexíveis são formadas a partir de uma espuma de células fechadas.

32. Sistema de impressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 27 a 31, **caracterizado pelo** fato de que o dispositivo de aplicação está contido dentro de um espaço cheio interno de um alojamento que tem um aro adjacente à superfície doadora, em que o aro é configurado para impedir fuga de partículas de uma lacuna de vedação definida entre o aro do alojamento e a superfície doadora.

33. Sistema de impressão, de acordo com a reivindicação 32, **caracterizado pelo** fato de que uma lâmina de limpeza (1408) é fornecida no aro para impedir fuga de partículas e/ou fluido do aparelho de revestimento.

34. Sistema de impressão, de acordo com a reivindicação 32 ou 33, **caracterizado pelo** fato de que o sistema de extração de excedente inclui uma fonte de sucção conectada ao alojamento para extrair do espaço cheio fluido aspergido excedente e partículas suspensas no fluido aspergido.

35. Sistema de impressão de acordo com qualquer uma das reivindicações 26 a 34, **caracterizado pelo** fato de que o fluido é um líquido e o sistema compreende adicionalmente uma estação de secagem localizada entre a estação de revestimento e a estação de impressão para remover qualquer líquido

residual remanescente na superfície doadora na saída da estação de revestimento.

36. Sistema de impressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 26 a 35, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente pelo menos um dentre um dispositivo de limpeza, um dispositivo de absorção de líquido, um dispositivo de condicionamento e um dispositivo de pós-transferência.

37. Método de impressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 25, **caracterizado pelo** fato de que as partículas são de um metal revestido ou não revestido, liga ou mica, ou produzido a partir de um material polimérico ou de cerâmica que tem uma aparência metálica.

38. Método de impressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 25 e reivindicação 37, **caracterizado pelo** fato de que as partículas têm a forma de plaquetas planas.

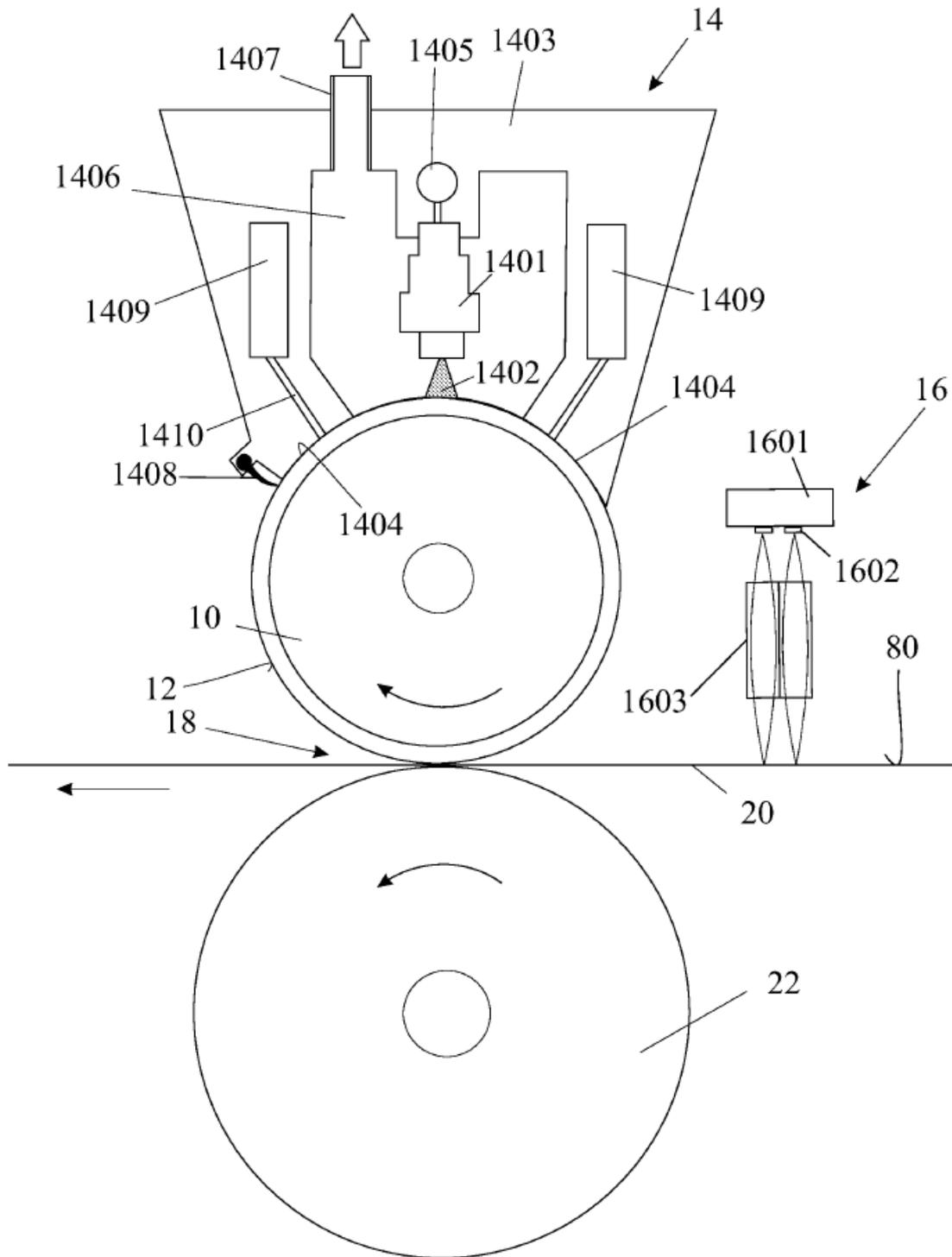


Fig. 1

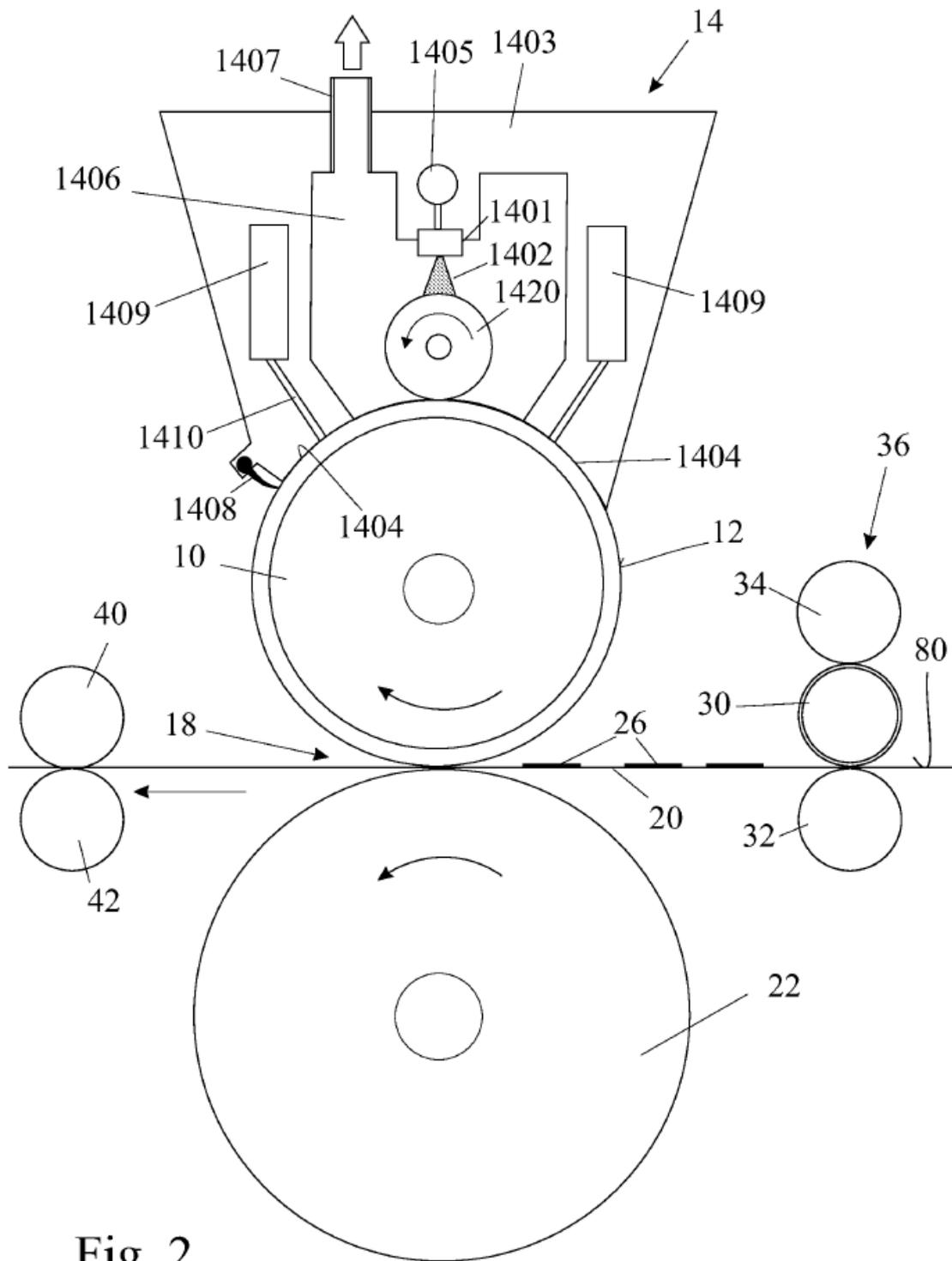
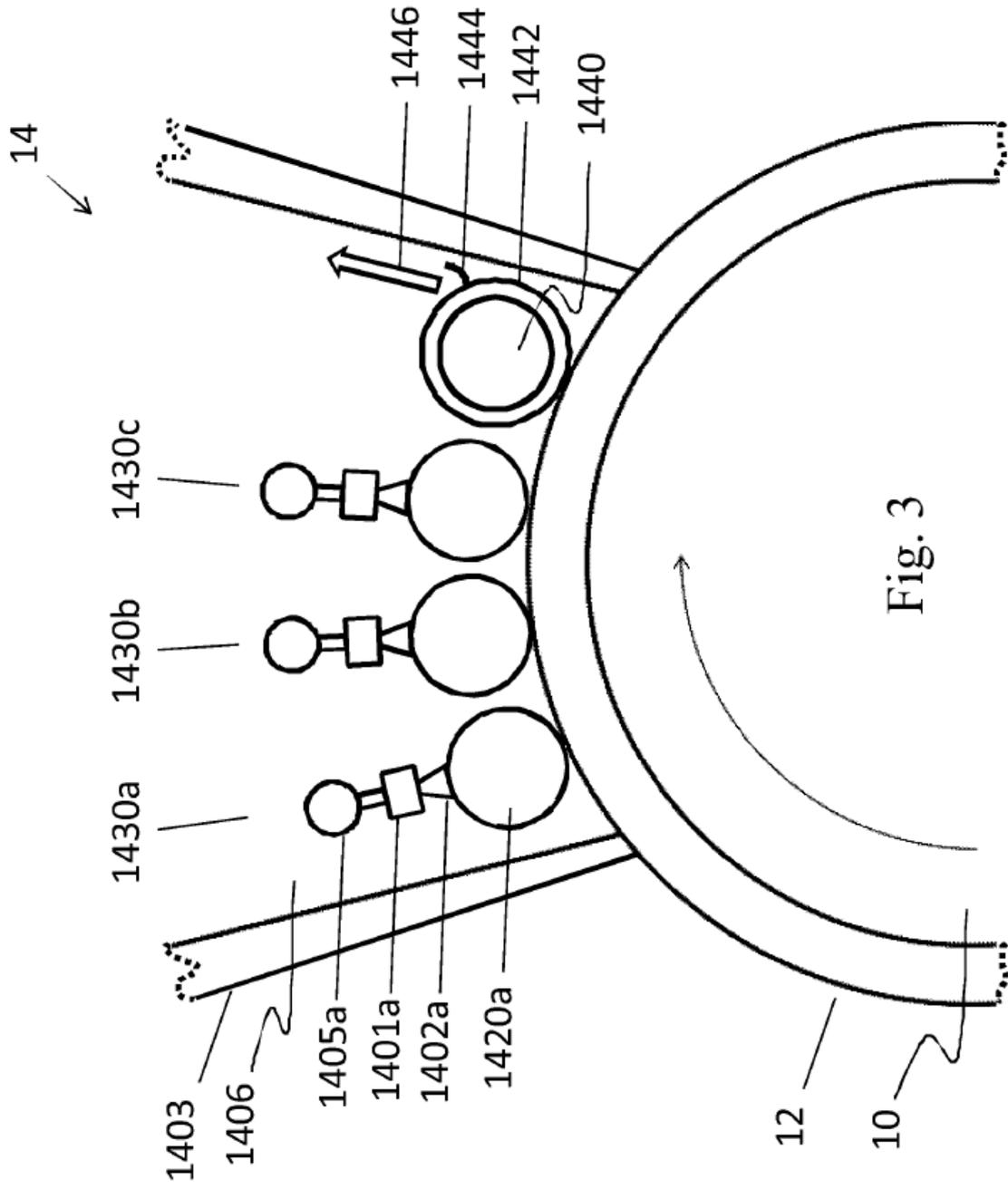


Fig. 2



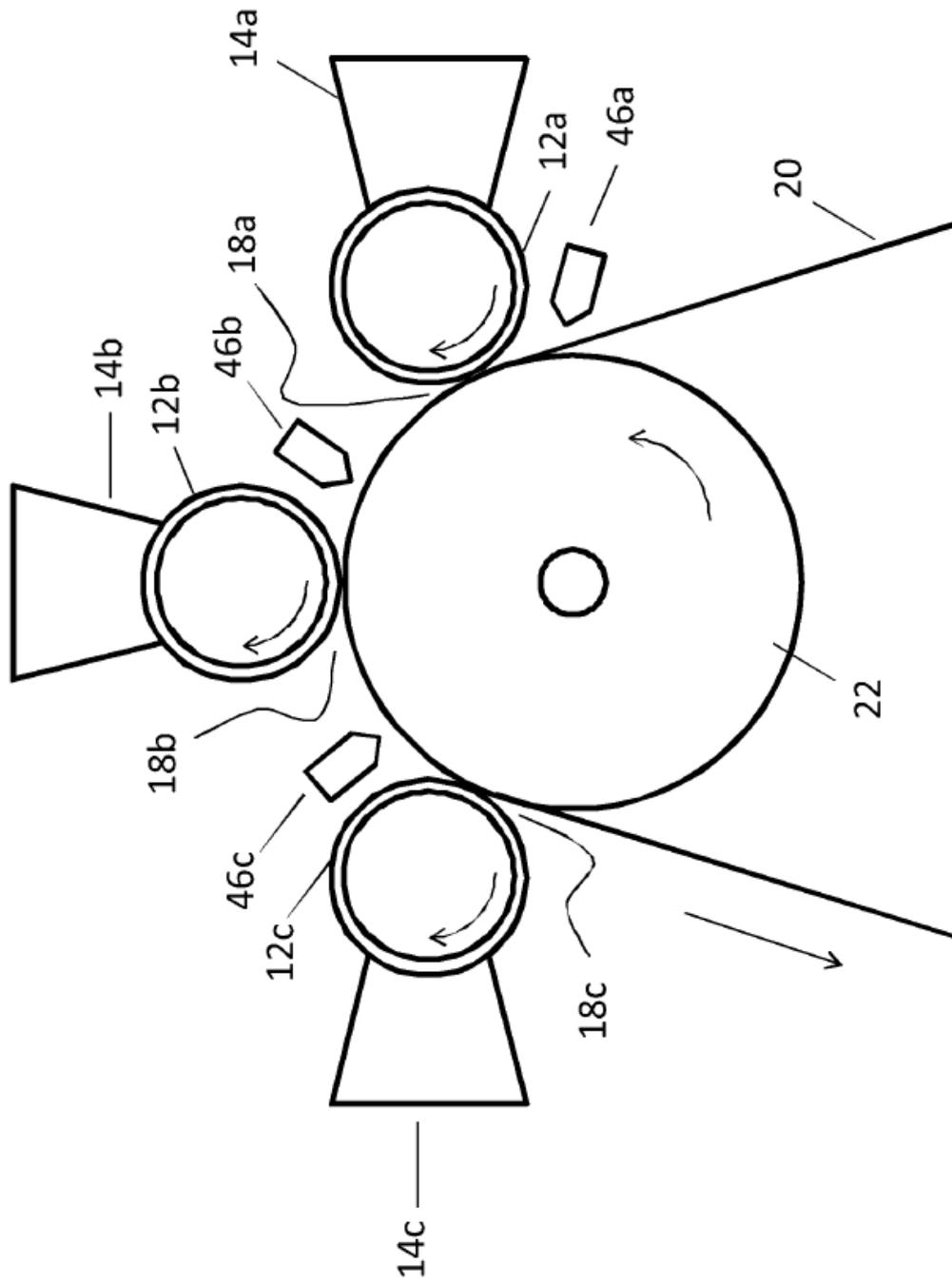


Fig. 4

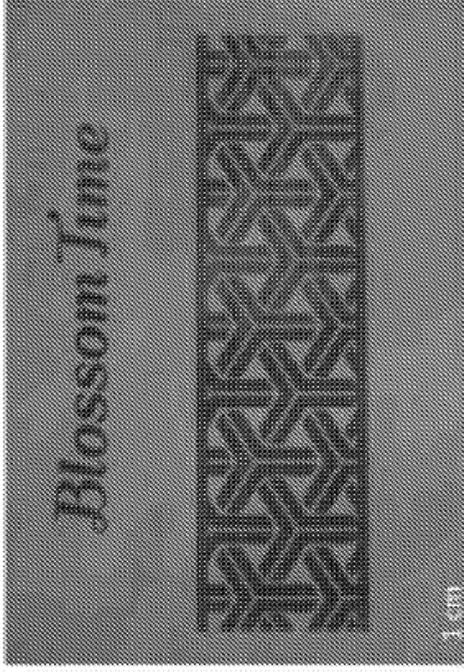


Fig. 5B

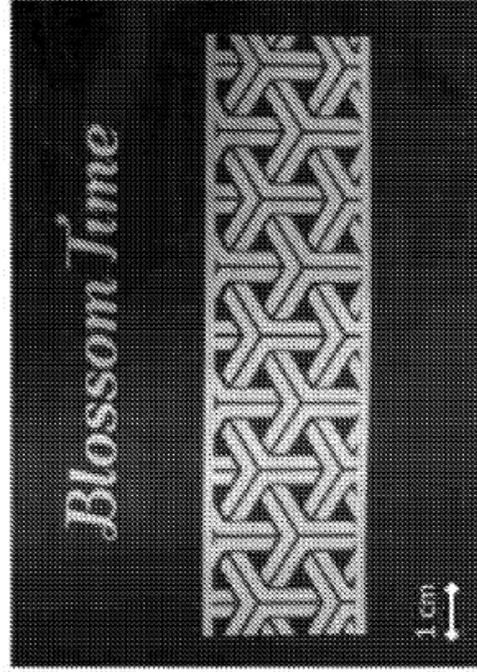


Fig. 5D

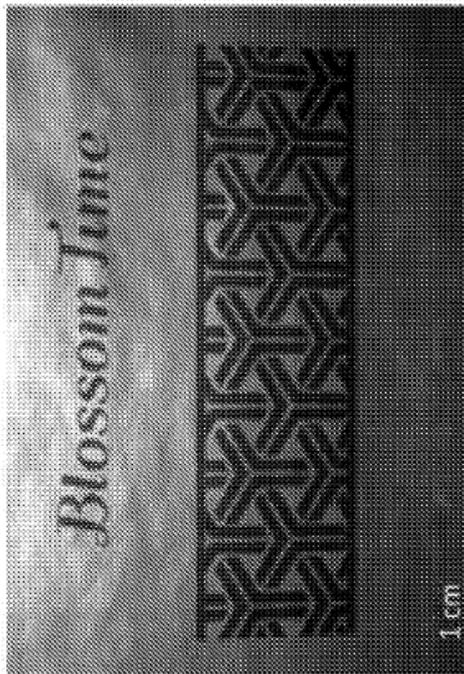


Fig. 5A

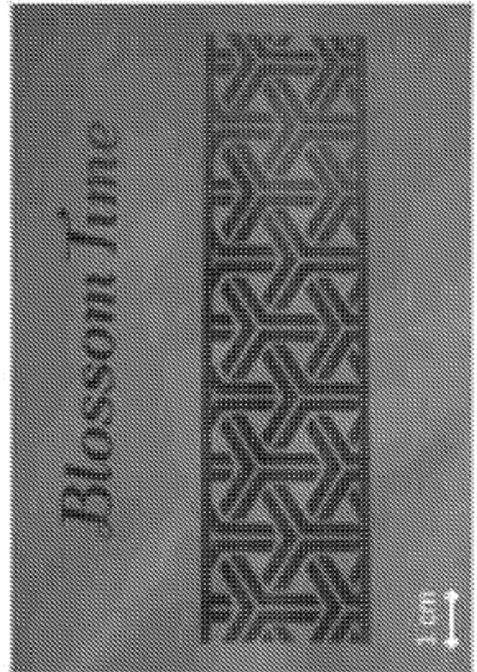


Fig. 5C

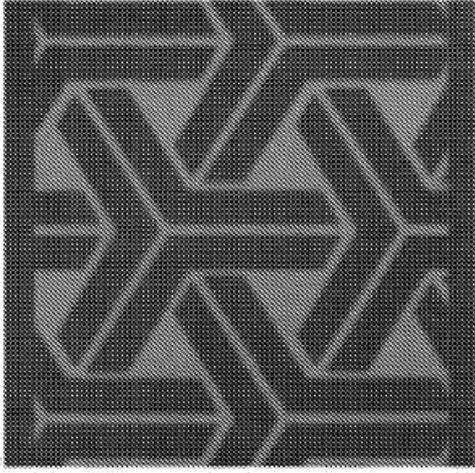


Fig. 6B

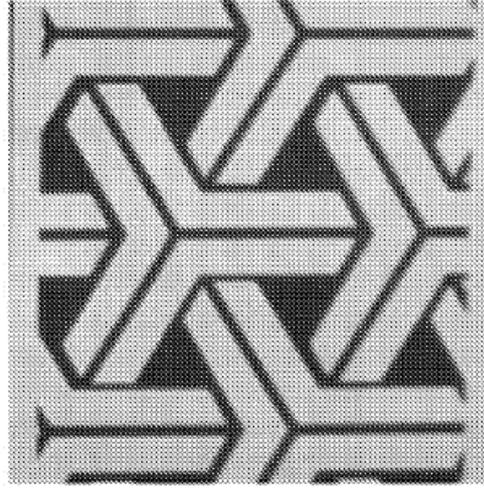


Fig. 6D



Fig. 6A

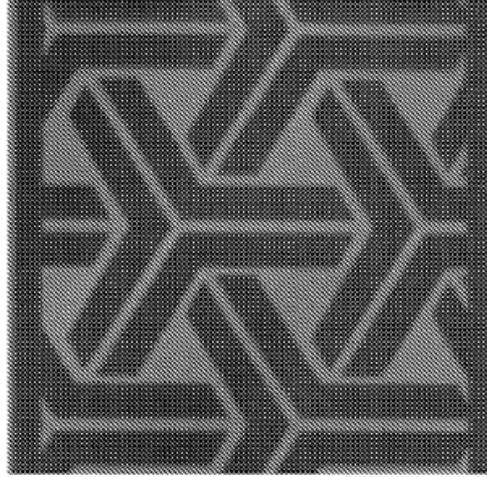


Fig. 6C

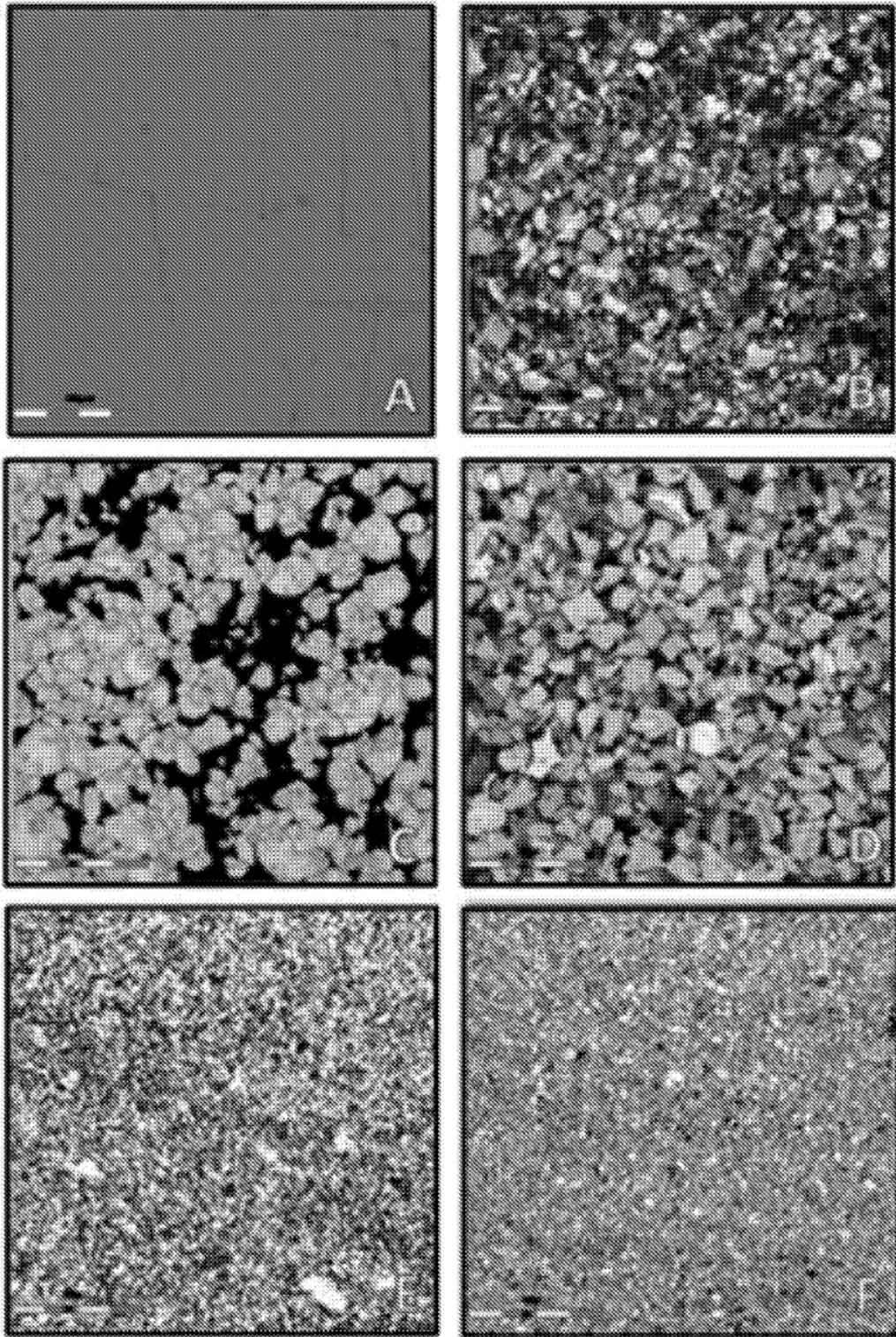


Fig. 7

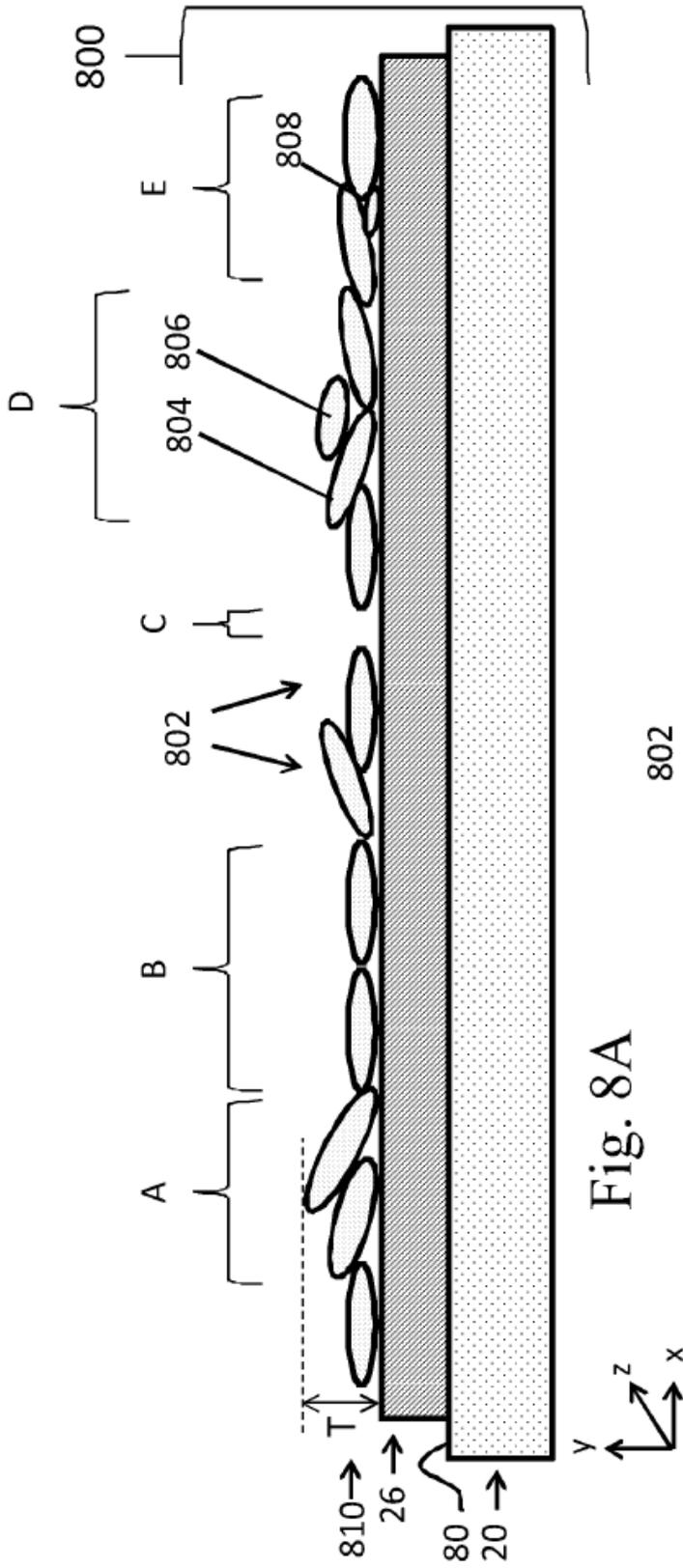


Fig. 8A

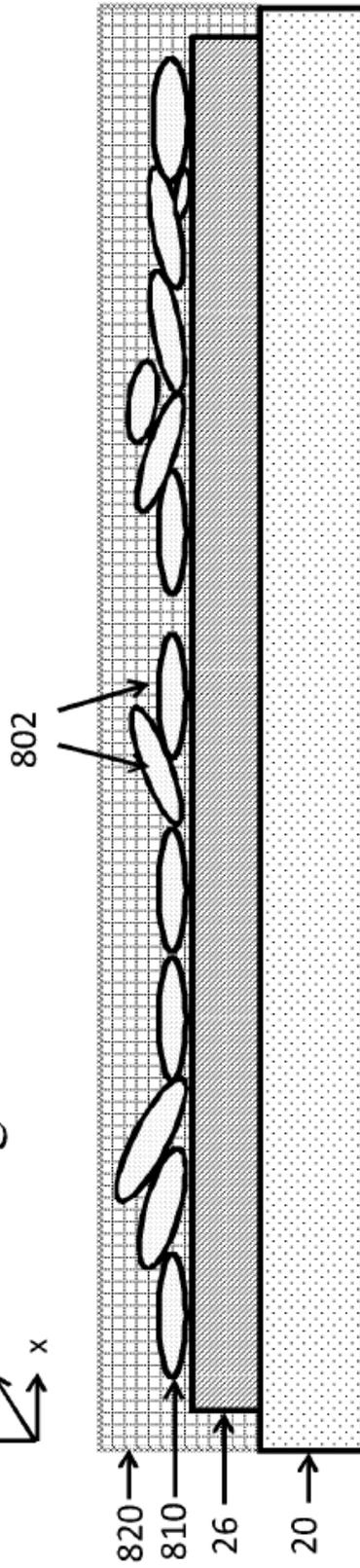


Fig. 8B

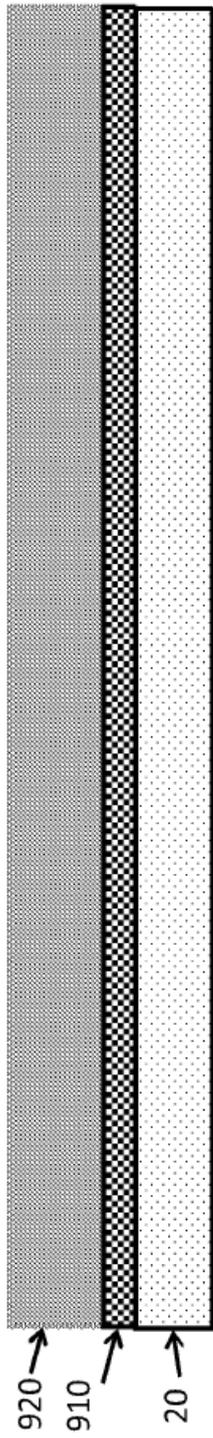


Fig. 9A (Técnica Anterior)

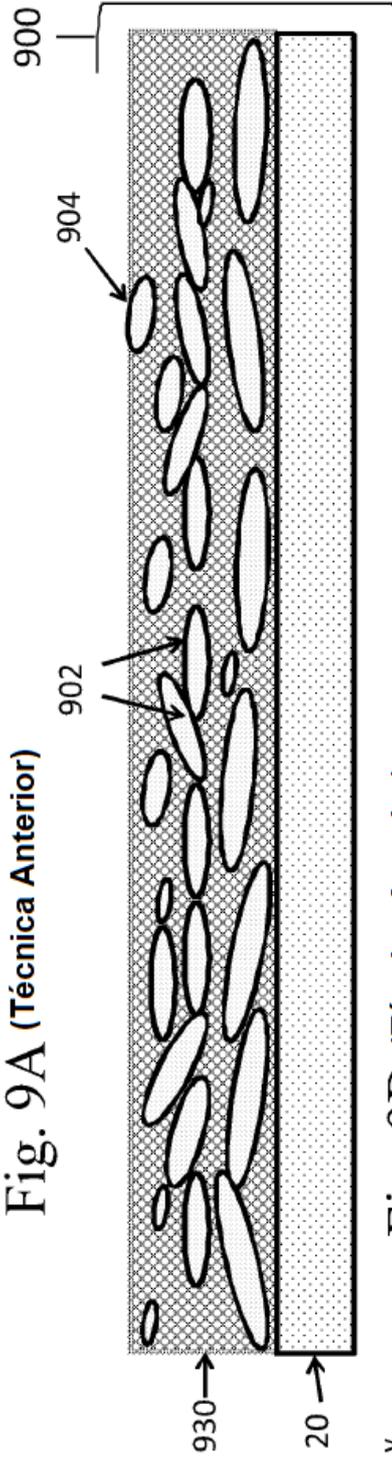


Fig. 9B (Técnica Anterior)

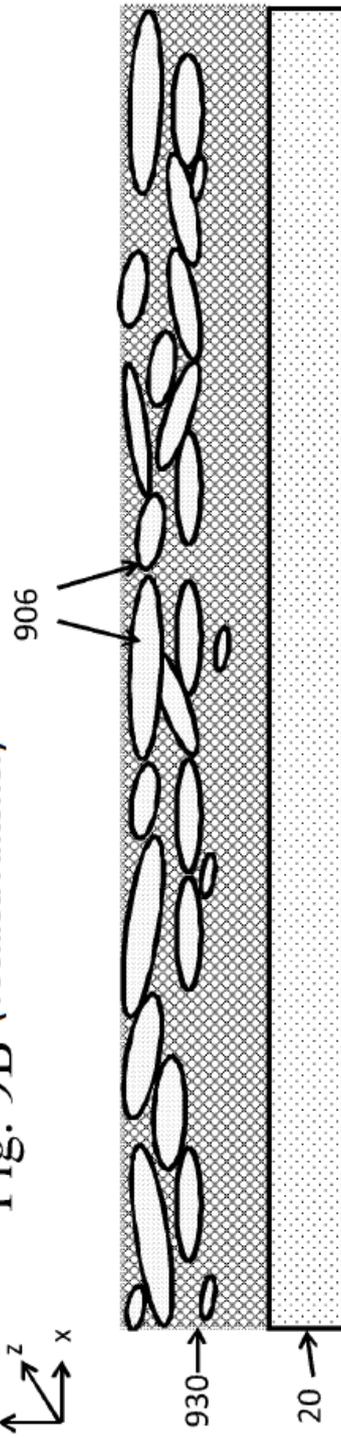


Fig. 9C (Técnica Anterior)