



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

(21) BR 112020022714-5 A2



(22) Data do Depósito: 07/05/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 02/02/2021

(54) **Título:** CONJUNTOS MAGNÉTICOS, APARELHOS E PROCESSOS MAGNÉTICOS PARA A PRODUÇÃO DE CAMADAS DE EFEITO ÓTICO QUE COMPREENDEM PARTÍCULAS DE PIGMENTOS MAGNETIZÁVEIS OU MAGNÉTICOS NÃO ESFÉRICAS ORIENTADAS

(51) **Int. Cl.:** B05D 3/06; B05D 3/00; B41M 3/14; B41F 27/02; C09D 11/037; (...).

(30) **Prioridade Unionista:** 08/05/2018 EP 18171312.4.

(71) **Depositante(es):** SICPA HOLDING SA.

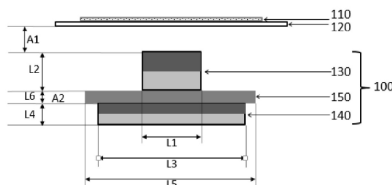
(72) **Inventor(es):** CÉDRIC AMERASINGHE; MATHIEU SCHMID; CLAUDE-ALAIN DESPLAND.

(86) **Pedido PCT:** PCT EP2019061678 de 07/05/2019

(87) **Publicação PCT:** WO 2019/215148 de 14/11/2019

(85) **Data da Fase Nacional:** 06/11/2020

(57) **Resumo:** A presente invenção refere-se ao campo de conjuntos magnéticos, aparelhos e processos magnéticos para a produção de camadas de efeito ótico (OEL) compreendendo partículas de pigmento magnéticas ou magnetizáveis não esféricas magneticamente orientadas num substrato e fornecendo uma impressão de um elemento em forma de lua crescente movendo ou girando ao inclinar a camada de efeito ótico (OEL). Em particular, a presente invenção refere-se a conjuntos magnéticos, aparelhos e processos magnéticos para produzir as ditas OELs como meios anti-falsificação em documentos ou artigos de segurança ou para fins decorativos.



**CONJUNTOS MAGNÉTICOS, APARELHOS E PROCESSOS
MAGNÉTICOS PARA A PRODUÇÃO DE CAMADAS DE EFEITO ÓTICO
QUE COMPREENDEM PARTÍCULAS DE PIGMENTOS MAGNETIZÁVEIS
OU MAGNÉTICOS NÃO ESFÉRICAS ORIENTADAS**

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se ao campo da proteção de documentos de valor e bens comerciais de valor contra a falsificação e reprodução ilegal. Em particular, a presente invenção refere-se a camadas de efeito ótico (OELs - optical effect layers) mostrando um efeito ótico dependente do ângulo de visão, conjuntos magnéticos e aparelhos e processos para produzir os ditos OELs, bem como a utilização dos ditos OELs como meios anti-falsificação em documentos.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] A utilização de tintas, composições de revestimento, revestimentos ou camadas, contendo partículas de pigmento magnetizáveis ou magnéticos, em particular partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas oticamente variáveis, para a produção de elementos de segurança e documentos de segurança é conhecida na técnica.

[0003] Recursos de segurança, por exemplo, para documentos de segurança, podem ser classificados em recursos de segurança "secretos" e "abertos". A proteção oferecida pelos recursos de segurança secretos baseia-se no conceito de que esses recursos estão ocultos, normalmente exigindo equipamentos e conhecimentos especializados para sua detecção, considerando que recursos de segurança "abertos" são facilmente detetáveis com os sentidos humanos não auxiliados, por exemplo, essas características podem ser visíveis e/ou detetáveis através dos sentidos táteis embora ainda sejam difíceis de produzir e/ou copiar. Contudo, a eficácia dos recursos de segurança abertos depende em grande parte do reconhecimento fácil deles como um recurso de segurança, porque

os utilizadores só realizarão uma verificação de segurança com base nesse recurso de segurança se estiverem cientes de sua existência e natureza.

[0004] Revestimentos ou camadas compreendendo partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis orientados são divulgados, por exemplo, nos documentos US 2.570.856; US 3.676.273; US 3.791.864; US 5.630.877 e US 5.364.689. Partículas de pigmento magnético ou magnetizável em revestimentos permitem a produção de imagens induzidas magneticamente, concepções e/ou padrões por meio da aplicação de um campo magnético correspondente, provocando uma orientação local das partículas de pigmento magnético ou magnetizável no revestimento não endurecido, seguido pelo endurecimento do último. Isso resulta em efeitos óticos específicos, ou seja, imagens fixas magneticamente induzidas, concepções ou padrões altamente resistentes à falsificação. Os elementos de segurança baseados em partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis orientados só podem ser produzidos tendo acesso às partículas de pigmento magnético ou magnetizável ou a uma tinta ou composição correspondente compreendendo as ditas partículas, e a tecnologia específica empregue para aplicar a dita tinta ou composição e orientar ditas partículas de pigmento na tinta ou composição aplicada.

[0005] Os efeitos de anel móvel foram desenvolvidos como elementos de segurança eficientes. Os efeitos de anel em movimento consistem em imagens opticamente ilusórias de objetos como funis, cones, tigelas, círculos, elipses e hemisférios que parecem se mover em qualquer direção x-y, dependendo do ângulo de inclinação da referida camada de efeito ótico. Os métodos para produzir efeitos de anel móvel são divulgados, por exemplo, nos documentos EP 1 710 756 A1, US 8.343.615, EP 2 306 222 A1, EP 2 325 677 A2 e US 2013/084411.

[0006] O documento WO 2011/092502 A2 divulga um aparelho para a produção de imagens de anéis em movimento que exibem um anel aparentemente em movimento com a mudança do ângulo de visão. As

imagens de anel móvel divulgadas podem ser obtidas ou produzidas usando um dispositivo que permita a orientação de partículas magnéticas ou magnetizáveis com a ajuda de um campo magnético produzido pela combinação de uma folha magnetizável macia e um ímã esférico tendo seu eixo magnético perpendicular no plano da camada de revestimento e disposto abaixo da dita folha macia e magnetizável.

[0007] As imagens dos anéis móveis da técnica anterior foram geralmente produzidas pelo alinhamento das partículas magnéticas ou magnetizáveis de acordo com o campo magnético de apenas um ímã rotativo ou estático. Como as linhas de campo magnético de apenas um ímã geralmente dobram de maneira relativamente suave, ou seja, tem uma curvatura baixa, também a mudança na orientação das partículas magnéticas ou magnetizáveis é relativamente suave sobre a superfície do OEL. Além do mais, a intensidade do campo magnético diminui rapidamente com o aumento da distância do ímã quando apenas um único ímã é usado. Isso dificulta a obtenção de um recurso altamente dinâmico e bem definido através da orientação das partículas magnéticas ou magnetizáveis, e pode resultar em efeitos visuais que exibem as bordas do anel borradas.

[0008] O documento WO 2011/092502 A2 divulga camadas de efeito ótico (OEL) compreendendo uma pluralidade de partículas magnéticas ou magnetizáveis orientadas magneticamente, que são dispersas num revestimento. O padrão de orientação magnética específica das OELs divulgadas fornece ao espectador o efeito ótico ou impressão de um corpo em forma de laço que se move após a inclinação do OEL. As OELs divulgadas são produzidas usando um aparelho que compreende uma folha magnetizável macia e um ímã permanente esférico em forma tendo seu eixo Norte-Sul perpendicular ao plano da camada de revestimento que compreende as partículas magnéticas ou magnetizáveis a serem orientadas.

[0009] O documento WO 2014/108404 A2 divulga camadas de efeito ótico (OEL) compreendendo uma pluralidade de partículas magnéticas ou magnetizáveis não esféricas orientadas magneticamente, que são dispersas num revestimento. O padrão de orientação magnética específica das OELs divulgadas fornece ao espectador o efeito ótico ou impressão de um corpo em forma de laço que se move após a inclinação do OEL. Além do mais, O documento WO 2014/108404 A2 divulga OELs exibindo ainda um efeito ótico ou impressão de uma saliência dentro do corpo em forma de alça causada por uma zona de reflexão na área central rodeada pelo corpo em forma de alça. A protrusão divulgada fornece a impressão de um objeto tridimensional, como uma meia esfera, presente na área central circundada pelo corpo em forma de alça.

[0010] O documento WO 2014/108303 A1 divulga camadas de efeito ótico (OEL) compreendendo uma pluralidade de partículas magnéticas ou magnetizáveis não esféricas orientadas magneticamente, que são dispersas num revestimento. O padrão de orientação magnética específica das OELs divulgadas fornece ao espectador o efeito ótico ou impressão de uma pluralidade de corpos em forma de ansa aninhados em torno de uma área central comum, em que os ditos corpos exibem um movimento aparente dependente do ângulo de visão. Além do mais, O documento WO 2014/108303 A1 divulga OELs compreendendo ainda uma saliência que é cercada pelo corpo em forma de ansa mais interna e preenche parcialmente a área central definida por esse meio. A protrusão divulgada fornece a ilusão de um objeto tridimensional, como uma meia esfera, presente na área central.

[0011] Os documentos CN 104442055 B e CN 204566894U divulgam dispositivos para produzir camadas de efeito ótico (OEL) compreendendo uma pluralidade de partículas magnéticas não esféricas ou magnetizáveis magneticamente orientadas, que são dispersas num revestimento. O padrão de orientação magnética específica das OELs

divulgadas fornece ao espectador o efeito ótico ou impressão de um corpo em forma de laço que se move após a inclinação do OEL. As OELs divulgadas são produzidas usando um dispositivo que compreende um primeiro ímã e um segundo ímã, em que o segundo ímã expande a área magnética inclinada do primeiro ímã por meio de acoplamento magnético.

[0012] Permanece a necessidade de recursos de segurança que exibam um efeito brilhante em forma de ansa atraente com um substrato de boa qualidade, em que os ditos recursos de segurança podem ser facilmente verificados, deve ser difícil de produzir em grande escala com o equipamento disponível para um falsificador e que pode ser fornecido num grande número de formas e formatos possíveis.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0013] Consequentemente, é um objetivo da presente invenção superar as deficiências da técnica anterior, como discutido acima.

[0014] Num primeiro aspeto, a presente invenção fornece um processo para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (x10) num substrato (x20) e camadas de efeito ótico (OEL) obtidas do mesmo, o dito processo compreendendo as etapas de:

i) aplicar numa superfície de substrato (x20) uma composição de revestimento curável por radiação, que compreende partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis não esféricas, a dita composição de revestimento curável por radiação estar num primeiro estado, sendo o dito primeiro estado um estado líquido;

ii) expor a composição de revestimento curável por radiação a um campo magnético de um conjunto magnético (x00) compreendendo:

a) um primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) tendo seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (x20) e tendo comprimento L1;

b) um segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) tendo seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à

superfície do substrato (x20) e tendo um comprimento L3,

c) uma peça polar plana (x50) tendo um comprimento L5,

em que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) têm uma mesma direção de campo magnético,

em que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) está voltado para o substrato (x20) e está disposto no topo da peça polar (x50),

em que o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) está voltado para o ambiente e está disposto abaixo da peça polar plana (x50),

em que o comprimento L1 do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) é menor do que o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40),

em que o comprimento L1 do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) é menor do que o comprimento L5 da peça polar plana (x50), e

em que o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) é menor do que o comprimento L5 da peça polar (x50),

de modo a orientar pelo menos uma parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas; e

iii) curar pelo menos parcialmente a composição de revestimento curável por radiação da etapa ii) para um segundo estado, a fim de fixar as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas em suas posições e orientações adotadas,

em que a camada de efeito ótico fornece uma impressão ótica de uma lua crescente se movendo e girando ao inclinar o substrato que compreende a camada de efeito ótico (OEL).

[0015] Num aspeto adicional, a presente invenção fornece

camadas de efeito ótico (OEL) preparadas pelo processo descrito no presente documento.

[0016] Num aspeto adicional, é fornecida uma utilização da camada de efeito ótico (OEL) para a proteção de um documento de segurança contra falsificação ou fraude ou para uma aplicação decorativa.

[0017] Num aspeto adicional, a presente invenção fornece um documento de segurança ou um elemento ou objeto decorativo compreendendo uma ou mais camadas de efeito ótico (OELs) descritas no presente documento.

[0018] Num aspeto adicional, a presente invenção fornece um conjunto magnético (x00), tal como aqueles descritos no presente documento para produzir a camada de efeito ótico (OEL) (x10) descrita no presente documento e uma utilização do dito conjunto magnético (x00) para produzir a camada de efeito ótico (OEL) (x10) no substrato (x20) descrito no presente documento.

[0019] Num aspeto adicional, a presente invenção fornece um conjunto magnético (x00), tal como aqueles descritos no presente documento para produzir a camada de efeito ótico (OEL) (x10) descrita no presente documento, em que o conjunto magnético (x00) está disposto num suporte (x01) montado num dispositivo de transferência sendo de preferência um cilindro magnético giratório.

[0020] Num aspeto adicional, a presente invenção fornece um aparelho de impressão para produzir a camada de efeito ótico (OEL) descrita no presente documento num substrato, tal como aqueles descritos no presente documento, em que o aparelho de impressão compreende pelo menos um dos conjuntos magnéticos (x00) descritos no presente documento. O aparelho de impressão descrito no presente documento compreende um cilindro magnético rotativo compreendendo pelo menos um dos conjuntos magnéticos (x00) descritos no presente documento ou uma unidade de impressão plana compreendendo pelo menos um dos conjuntos

magnéticos (x00) descritos no presente documento.

[0021] Num aspecto adicional, a presente invenção fornece uma utilização do aparelho de impressão descrito no presente documento para produzir a camada de efeito ótico (OEL) descrito no presente documento num substrato tal como aqueles descritos no presente documento.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0022] A **Figura 1** ilustra esquematicamente um conjunto magnético (100) para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (110) numa superfície de substrato (120), em que o conjunto magnético (100) compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (130), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco ou quadrado, tendo um comprimento L1, b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (140), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco ou quadrado, tendo um comprimento L3, e c) uma peça polar plana (150), em particular, uma peça polar plana em forma de quadrado, tendo um comprimento L5.

[0023] A **Figura 2** ilustra esquematicamente uma secção transversal (de um conjunto magnético (100) encerrado num suporte (101), em que o conjunto magnético (100) compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (130), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco ou quadrado, b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (140), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco ou quadrado e c) uma peça polar plana (150), em particular, uma peça polar plana em forma de quadrado, e em que o suporte (101) compreende uma tampa em forma de cúpula (102) tendo um comprimento L21, uma espessura central L19 e uma espessura de borda L20, um travamento inferior (103) tendo um comprimento L23 e uma espessura L22, e uma cunha opcional 104 tendo um comprimento L25 e uma espessura (L24).

[0024] As **Fig. 3A-3D** mostram imagens de OELs obtidas

usando o conjunto magnético (100) ilustrado nas Figs. 1, como visto em diferentes ângulos de visão, com o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (130 e 140) sendo um dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco.

[0025] A **Fig. 3E** mostra imagens de uma OEL obtida usando o conjunto magnético (100) ilustrado nas Figs. 1, como visto em diferentes ângulos de visão, com o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (130 e 140) sendo um dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado.

[0026] A **Figura 4** ilustra esquematicamente um conjunto magnético (200) para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (210) numa superfície de substrato (220), em que o conjunto magnético (200) compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (230), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L1, b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (240), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L3, c) uma peça polar plana (250), em particular, uma peça polar plana em forma de quadrado ou em forma de disco, tendo um comprimento L5 e d) uma placa não magnética (260), em particular uma placa não magnética em forma de quadrado.

[0027] As **Fig. 5A-5C** mostram imagens de OELs obtidas usando o conjunto magnético (200) ilustrado na Fig. 4 como visto em diferentes ângulos de visão.

[0028] A **Figura 6** ilustra esquematicamente um conjunto magnético (300) para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (310) numa superfície de substrato (320), em que o conjunto magnético (300) compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (330), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L1, b) um segundo dispositivo gerador de

campo magnético (340), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L3, c) uma peça polar plana (350), em particular, uma peça polar plana em forma de quadrado, tendo um comprimento L5 e d) uma placa não magnética (360), em particular uma placa não magnética em forma de quadrado.

[0029] As **Fig. 7A-7B** mostram imagens de OELs obtidas usando o conjunto magnético (300) ilustrado na Fig. 6 como visto em diferentes ângulos de visão.

[0030] A **Figura 8** ilustra esquematicamente um conjunto magnético (400) para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (410) numa superfície de substrato (420), em que o conjunto magnético (400) compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (430), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L1, b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (440), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L3, c) uma peça polar plana (450), em particular, uma peça polar plana em forma de quadrado, tendo um comprimento L5 e d) uma segunda peça polar plana (470), em particular, uma segunda peça polar plana em forma de quadrado com um comprimento L7.

[0031] A **Fig. 9A** mostra imagens de OELs obtidas usando o conjunto magnético (400) ilustrado na Fig. 8 como visto em diferentes ângulos de visão.

[0032] A **Figura 10** ilustra esquematicamente um conjunto magnético (500) para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (510) numa superfície de substrato (520), em que o conjunto magnético (500) compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (530), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L1, b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (540), em particular, um dispositivo gerador de campo

magnético em forma de disco, tendo um comprimento L3, c) uma peça polar plana (550), em particular, uma peça polar plana em forma de quadrado, tendo um comprimento L5, d) uma placa não magnética (560), em particular, uma placa não magnética quadrada e e) uma segunda peça polar plana (570), em particular uma segunda peça polar plana em forma de quadrado.

[0033] A **Fig. 11A** mostra imagens de OELs obtidas usando o conjunto magnético (500) ilustrado na Fig. 10 como visto em diferentes ângulos de visão.

[0034] A **Figura 12** ilustra esquematicamente um conjunto magnético (600) para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (610) numa superfície de substrato (620), em que o conjunto magnético (600) compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (630), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L1, b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (640), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, tendo um comprimento L3, c) uma peça polar plana (650), em particular, uma peça polar plana em forma de quadrado, tendo um comprimento L5, d) uma placa não magnética (660), em particular, uma placa não magnética em forma de quadrado e e) uma placa magnetizada (x80), em particular, uma placa magnetizada em forma de quadrado, compreendendo indícios gravados.

[0035] A **Fig. 13A** mostra imagens de OELs obtidas usando o conjunto magnético (600) ilustrado na Fig. 12 como visto em diferentes ângulos de visão.

[0036] A **Fig. 14** ilustra esquematicamente um conjunto magnético comparativo de acordo com os documentos CN 104442055 B e CN 204566894U para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (710) numa superfície de substrato (720), em que o conjunto magnético compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (730),

em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, e b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (740), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco.

[0037] A **Fig. 15A** mostra imagens de OELs obtidas usando o conjunto magnético ilustrado na Fig. 14, visto em diferentes ângulos de visão.

[0038] A **Fig. 16** ilustra esquematicamente um conjunto magnético comparativo de acordo com a Fig. 6d do documento WO 2014/108303 A1 para a produção de uma camada de efeito ótico (OEL) (810) numa superfície de substrato (820), em que o conjunto magnético compreende a) um primeiro dispositivo gerador de campo magnético (830), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, b) um segundo dispositivo gerador de campo magnético (840), em particular, um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco, c) uma peça polar não plana (890), em particular, uma peça polar em forma de disco com uma seção transversal em forma de U e d) uma peça polar plana (891), em particular, uma peça polar plana em forma de disco.

[0039] A **Fig. 17A** mostra imagens de OELs obtidas usando o conjunto magnético ilustrado na Fig. 16, visto em diferentes ângulos de visão.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA

Definições

[0040] As seguintes definições devem ser usadas para interpretar o significado dos termos discutidos na descrição e recitados nas reivindicações.

[0041] Conforme utilizado no presente documento, o artigo indefinido "um/uma" indica um bem como mais de um e não limita necessariamente seu substantivo referente ao singular.

[0042] Conforme utilizado no presente documento, o termo "cerca de" significa que a quantidade ou valor em questão pode ser o valor

específico designado ou algum outro valor em sua vizinhança. Geralmente, o termo "cerca de", que indica um determinado valor, pretende indicar um intervalo dentro de $\pm 5\%$ do valor. Por exemplo, a frase "cerca de 100" denota um intervalo de 100 ± 5 , isto é, o intervalo desde 95 até 105. Geralmente, quando é utilizado o termo "cerca de", pode-se esperar que resultados ou efeitos semelhantes de acordo com a invenção possam ser obtidos dentro de uma faixa de $\pm 5\%$ do valor indicado.

[0043] O termo "substancialmente paralelo" refere-se ao desvio não superior a 10° do alinhamento paralelo e o termo "substancialmente perpendicular" refere-se ao desvio não superior a 10° do alinhamento perpendicular.

[0044] Conforme utilizado no presente documento, o termo "e/ou" significa que todos ou apenas um dos elementos do dito grupo pode estar presente. Por exemplo, "A e/ou B" significa "apenas A, ou apenas B, ou tanto A como B". No caso de "apenas A", o termo também abrange a possibilidade de que B esteja ausente, ou seja, "apenas A, mas não B".

[0045] O termo "compreendendo", conforme utilizado no presente documento pretende ser não exclusivo e aberto. Deste modo, por exemplo, uma solução de fonte que compreende um composto A pode incluir outros compostos para além de A. Contudo, o termo "compreendendo" também abrange, como uma forma de realização particular do mesmo, os significados mais restritivos de "consistindo essencialmente em" e "consistindo em", de modo que, por exemplo, "uma solução de fonte compreendendo A, B e opcionalmente C" também pode (essencialmente) consistir em A e B, ou (essencialmente) consistir em A, B e C.

[0046] O termo "composição de revestimento" refere-se a qualquer composição capaz de formar uma camada de efeito ótico (OEL) da presente invenção num substrato sólido e que pode ser aplicada preferentemente, mas não exclusivamente, por um método de impressão. A

composição de revestimento compreende pelo menos uma pluralidade de partículas magnéticas ou magnetizáveis não esféricas e um aglutinante.

[0047] O termo "camada de efeito ótico (OEL)", conforme utilizado no presente documento, denota uma camada que compreende pelo menos uma pluralidade de partículas magnéticas ou magnetizáveis não esféricas orientadas magneticamente e um aglutinante, em que a orientação das partículas magnéticas ou magnetizáveis não esféricas é fixa ou congelada (fixa/congelada) dentro do aglutinante.

[0048] O termo "eixo magnético" denota uma linha teórica conectando os polos Norte e Sul correspondentes de um ímã e se estendendo através dos ditos polos. Este termo não inclui nenhuma direção específica do campo magnético.

[0049] O termo "direção do campo magnético" denota a direção do vetor do campo magnético ao longo de uma linha de campo magnético que aponta do polo Norte no exterior de um ímã para o polo Sul (veja-se Handbook of Physics, Springer 2002, páginas 463-464).

[0050] O termo "cura" é usado para denotar um processo em que uma viscosidade aumentada de uma composição de revestimento em reação a um estímulo para converter um material num estado, isto é, um estado curado, endurecido ou sólido, onde as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas são fixadas/congeladas em suas posições e orientações atuais e não podem mais se mover nem girar.

[0051] Onde a presente descrição se refere a formas de realização/recursos "preferidos", combinações dessas formas de realização/recursos "preferidos" também devem ser consideradas como divulgadas, desde que essa combinação de formas de realização/recursos "preferidos" seja tecnicamente significativa.

[0052] Conforme utilizado no presente documento, o termo "pelo menos" se destina a definir um ou mais de um, por exemplo, um ou dois ou três.

[0053] O termo "documento de segurança" refere-se a um documento que geralmente é protegido contra falsificação ou fraude por pelo menos um recurso de segurança. Exemplos de documentos de segurança incluem, sem limitação, documentos de valor e bens comerciais valiosos.

[0054] O termo "recurso de segurança" é usado para denotar uma imagem, padrão ou elemento gráfico que pode ser usado para fins de autenticação.

[0055] A presente invenção fornece métodos para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) num substrato e camadas de efeito ótico (OEL) obtidas dos mesmos, em que os ditos métodos compreendem uma etapa i) de aplicação na superfície do substrato (x20) da composição de revestimento curável por radiação compreendendo partículas de pigmento magnetizáveis ou magnéticas não esféricas descritas no presente documento, a dita composição de revestimento curável por radiação a estar num primeiro estado.

[0056] A etapa de aplicação i) descrita no presente documento pode ser realizada por meio de um processo de revestimento, tal como, por exemplo, processos de revestimento por rolo e pulverização ou por meio de um processo de impressão. Preferentemente, a etapa de aplicação i) descrita no presente documento é realizada por um processo de impressão, preferentemente selecionado a partir do grupo que consiste em serigrafia, impressão por rotogravura, impressão em flexografia, impressão a jato de tinta e impressão em entalhe (também referida na técnica como impressão em chapa de cobre gravada e impressão em matriz de aço gravada), mais preferentemente selecionadas a partir do grupo que consiste em serigrafia, impressão em rotogravura e impressão em flexografia.

[0057] Subsequentemente a, parcialmente simultaneamente com ou simultaneamente com a aplicação da composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento na superfície do

substrato descrita no presente documento (etapa i)), pelo menos uma parte das partículas magnéticas ou de pigmento magnetizáveis não esféricas são orientadas (etapa ii)) expondo a composição de revestimento curável por radiação ao campo magnético do conjunto magnético (x00) descrito no presente documento, de modo a alinhar pelo menos parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas ao longo das linhas de campo magnético geradas pelo conjunto magnético (x00).

[0058] Subsequentemente ou parcialmente em simultâneo com a etapa de orientação/alinhamento de pelo menos uma parte das partículas magnéticas ou de pigmento magnetizáveis não esféricas aplicando o campo magnético descrito no presente documento, a orientação das partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis não esféricas é fixa ou congelada. A composição de revestimento curável por radiação deve, portanto, digna de nota, ter um primeiro estado, ou seja, um estado líquido ou pastoso, em que a composição de revestimento curável por radiação é húmida ou macia o suficiente, de modo que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas dispersas na composição de revestimento curável por radiação sejam livremente móveis, rotativo e/ou orientável após exposição ao campo magnético e um segundo estado de cura (por exemplo, sólido), em que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas são fixadas ou congeladas em suas respectivas posições e orientações.

[0059] Consequentemente, os métodos para produzir a camada de efeito ótico (OEL) no substrato descrito no presente documento compreende uma etapa iii) de pelo menos curar parcialmente a composição de revestimento curável por radiação da etapa ii) para um segundo estado de modo a fixar as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas em suas posições e orientações adotadas. A etapa iii) de pelo menos curar parcialmente a composição de revestimento curável por radiação pode ser realizada subsequentemente ou parcialmente

simultaneamente com a etapa de orientação/alinhamento de pelo menos uma parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas aplicando o campo magnético descrito no presente documento (etapa ii)). Preferentemente, a etapa iii) de curar pelo menos parcialmente a composição de revestimento curável por radiação é realizada parcialmente simultaneamente com a etapa de orientação/alinhamento de pelo menos uma parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas pela aplicação do campo magnético descrito no presente documento (etapa ii)). Por "parcialmente simultaneamente", significa que ambas as etapas são parcialmente realizadas simultaneamente, ou seja, os tempos de execução de cada uma das etapas se sobrepõem parcialmente. No contexto descrito no presente documento, quando a cura é realizada parcialmente simultaneamente com a etapa de orientação ii), deve ser entendido que a cura se torna efetiva após a orientação de modo que as partículas de pigmento se orientem antes da cura total ou parcial ou endurecimento da OEL.

[0060] As camadas de efeito ótico (OELs) assim obtidas fornecem ao observador a impressão ótica de uma lua crescente se movendo e girando ao inclinar o substrato que compreende a camada de efeito ótico (OEL).

[0061] Os primeiro e segundo estados da composição de revestimento curável por radiação são fornecidos usando um certo tipo de composição de revestimento curável por radiação. Por exemplo, os componentes da composição de revestimento curável por radiação que não sejam as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas podem assumir a forma de uma composição de revestimento curável por tinta ou radiação, como aquelas que são utilizados em aplicações de segurança, por exemplo, para impressão de notas. Os primeiro e segundo estados mencionados acima são fornecidos usando um material que mostra um aumento na viscosidade em reação a uma exposição a uma radiação

eletromagnética. Isto é, quando o material ligante fluido é curado ou solidificado, o dito material ligante se converte no segundo estado, onde as partículas de pigmento não esféricas magnéticas ou magnetizáveis são fixadas em suas posições e orientações atuais e não podem mais se mover nem girar dentro do material ligante.

[0062] Como é do conhecimento dos peritos na especialidade, ingredientes compreendidos em uma composição de revestimento curável por radiação a ser aplicada sobre uma superfície como um substrato e as propriedades físicas da referida composição de revestimento curável por radiação devem atender aos requisitos do processo usado para transferir a composição de revestimento curável por radiação para a superfície do substrato. Consequentemente, o material aglutinante compreendido na composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento é tipicamente escolhido entre aqueles conhecidos na técnica e depende do processo de revestimento ou impressão usado para aplicar a composição de revestimento curável por radiação e o processo de cura por radiação escolhido.

[0063] Nas camadas de efeito ótico (OELs) descritas no presente documento, as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento são dispersas na composição de revestimento curável por radiação compreendendo um material aglutinante curado que fixa/congela a orientação das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esférico. O material aglutinante curado é pelo menos parcialmente transparente à radiação eletromagnética de uma gama de comprimentos de onda compreendidos entre 200 nm e 2500 nm. O material aglutinante é assim, pelo menos em seu estado curado ou sólido (também referido como segundo estado no presente documento), é pelo menos parcialmente transparente à radiação eletromagnética de uma gama de comprimentos de onda compreendidos entre 200 nm e 2500 nm, isto é, dentro do intervalo de comprimento de

onda que normalmente é chamado de "espectro ótico" e que compreende infravermelho, porções e visível e UV do espectro eletromagnético, de modo que as partículas contidas no material aglutinante em seu estado curado ou sólido e sua refletividade dependente da orientação possam ser percebidas através do material aglutinante. Preferentemente, o material aglutinante curado é pelo menos parcialmente transparente à radiação eletromagnética de uma gama de comprimentos de onda compreendidos entre 200 nm e 800 nm, mais preferentemente compreendido entre 400 nm e 700 nm. No presente documento, o termo "transparente" indica que a transmissão de radiação eletromagnética através de uma camada de 20 µm do material aglutinante presente na OEL (não incluindo as partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis em forma de plaquetas, mas todos os outros componentes opcionais da OEL, caso esses componentes estejam presentes) seja de pelo menos 50 %, mais preferentemente pelo menos 60 %, ainda mais preferentemente pelo menos 70 %, no(s) comprimento(s) de onda em questão. Isso pode ser determinado, por exemplo, medindo a transmitância de uma peça de teste do material aglutinante curado (não incluindo as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas) de acordo com métodos de teste bem estabelecidos, por exemplo DIN 5036-3 (1979-11). Se a OEL servir como um recurso de segurança secreto, então serão necessários meios tipicamente técnicos para detetar o efeito ótico (completo) gerado pela OEL sob as respectivas condições de iluminação que compreendem o comprimento de onda não visível selecionado; a dita detecção exigindo que o comprimento de onda da radiação incidente seja selecionado fora da faixa visível, por exemplo, na faixa quase UV. Neste caso, é preferível que o OEL compreenda partículas de pigmento luminescente que mostrem luminescência em resposta ao comprimento de onda selecionado fora do espectro visível contido na radiação incidente. As porções de infravermelho, visível e UV do espectro eletromagnético correspondem aproximadamente às faixas de comprimento

de onda entre 700-2500 nm, 400-700 nm e 200-400 nm, respetivamente.

[0064] Conforme mencionado anteriormente no presente documento, a composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento depende do processo de revestimento ou impressão usado para aplicar a dita composição de revestimento curável por radiação e o processo de cura escolhido. Preferentemente, a cura da composição de revestimento curável por radiação envolve uma reação química que não é revertida por um simples aumento de temperatura (por exemplo, até 80 °C) que pode ocorrer durante uma utilização típica de um artigo compreendendo a OEL descrita no presente documento. O termo "cura" ou "curável" refere-se a processos, incluindo a reação química, reticulação ou polimerização de pelo menos um componente na composição de revestimento curável por radiação aplicada de tal maneira que se transforme num material polimérico com uma massa molecular maior do que as substâncias de partida. A cura por radiação leva vantajosamente a um aumento instantâneo na viscosidade da composição de revestimento curável por radiação após exposição à irradiação de cura, evitando assim qualquer movimento adicional das partículas de pigmento e, conseqüentemente, qualquer perda de informação após a etapa de orientação magnética. Preferentemente, a etapa de cura (etapa iii)) é levada a cabo por cura por radiação, incluindo cura por radiação de luz UV-visível ou por cura por radiação de feixe E, mais preferentemente por cura por radiação de luz UV-Vis.

[0065] Como tal, composições de revestimento curáveis por radiação adequadas para a presente invenção incluem composições curáveis por radiação que podem ser curadas por radiação de luz UV visível ((a seguir no presente documento referida como radiação UV-Vis) ou por radiação de feixe E ((a seguir no presente documento referida como radiação EB). As composições curáveis por radiação são conhecidas na técnica e podem ser encontradas em livros didáticos padrão, como a série

"Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", Volume IV, Formulation, de C. Lowe, G. Webster, S. Kessel e I. McDonald, 1996 de John Wiley & Sons em associação com SITA Technology Limited. De acordo com uma forma de realização particularmente preferida da presente invenção, a composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento é uma composição de revestimento curável por radiação UV-Vis.

[0066] Preferentemente, a composição de revestimento curável por radiação UV-Vis compreende um ou mais compostos selecionados a partir do grupo que consiste em compostos radicalmente curáveis e compostos curáveis cationicamente. A composição de revestimento curável por radiação UV-Vis descrita no presente documento pode ser um sistema híbrido e compreende uma mistura de um ou mais compostos curáveis cationicamente e um ou mais compostos radicalmente curáveis. Os compostos cationicamente curáveis são curados por mecanismos catiónicos, geralmente incluindo a ativação por radiação de um ou mais fotoiniciadores que libertam espécies catiónicas, como ácidos, que por sua vez iniciam a cura de modo a reagir e/ou reticular os monómeros e/ou oligómeros para assim curar a composição de revestimento curável por radiação. Os compostos radicalmente curáveis são curados por mecanismos de radicais livres, geralmente incluindo a ativação por radiação de um ou mais fotoiniciadores, desse modo gerando radicais que por sua vez iniciam a polimerização de modo a curar a composição de revestimento curável por radiação. Dependendo dos monómeros, oligómeros ou pré-polímeros usados para preparar o ligante compreendido nas composições de revestimento curáveis por radiação UV-Vis descritas no presente documento, podem ser utilizados diferentes fotoiniciadores. Exemplos adequados de fotoiniciadores de radicais livres são conhecidos dos peritos na especialidade e incluem, sem limitação, acetofenonas, benzofenonas, benzildimetil cetais, alfa-aminocetonas, alfa-hidroxicetonas, óxidos de

fosfina e derivados de óxido de fosfina, bem como misturas de dois ou mais dos mesmos. Exemplos adequados de fotoiniciadores catiónicos são conhecidos dos peritos na especialidade, como sais orgânicos de iodônio (por exemplo, sais de diaril-iodínio), oxônio (por exemplo, sais de triariloxônio) e sais de sulfônio (por exemplo, sais de triarilsulfônio), bem como misturas de dois ou mais dos mesmos. Outros exemplos de fotoiniciadores úteis podem ser encontrados em livros didáticos padrão, como "Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", Volume III, "Photoinitiators for Free Radical Cationic and Anionic Polymerization", 2ª edição, de J. V. Crivello & K. Dietliker, editado por G. Bradley e publicado em 1998 de John Wiley & Sons em associação com SITA Technology Limited. Também pode ser vantajoso incluir um sensibilizador em conjunto com um ou mais fotoiniciadores, a fim de obter uma cura eficiente. Exemplos típicos de fotosensibilizadores adequados incluem, sem limitação, isopropil-tioxantona (ITX), 1-cloro-2-propoxi-tioxantona (CPTX), 2-cloro-tioxantona (CTX) e 2,4-dietil-tioxantona (DETX) e misturas de dois ou mais dos mesmos. O um ou mais fotoiniciadores compreendidos nas composições de revestimento curáveis por radiação UV-Vis estão preferentemente presentes numa quantidade total desde cerca de 0,1 % em peso até cerca de 20 % em peso, mais preferentemente de cerca de 1 % em peso a cerca de 15 % em peso, sendo a percentagem de peso baseada no peso total das composições de revestimento curáveis por radiação UV-Vis.

[0067] A composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento pode ainda compreender uma ou mais substâncias marcadoras ou *taggants* e/ou um ou mais materiais legíveis por máquina selecionados a partir do grupo que consiste em materiais magnéticos (diferentes das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas descritas no presente documento), materiais luminescentes, materiais eletricamente condutores e materiais

absorvedores de infravermelho. Conforme utilizado no presente documento, o termo "material legível por máquina" refere-se a um material que exibe pelo menos uma propriedade distintiva que não é perceptível a olho nu e que pode ser compreendida numa camada de modo a conferir uma maneira de autenticar a referida camada ou artigo que compreende a dita camada pela utilização de um equipamento específico para a sua autenticação.

[0068] A composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento pode ainda compreender um ou mais componentes corantes selecionados a partir do grupo que consiste em partículas de pigmento orgânico, partículas de pigmentos inorgânicos e corantes orgânicos e/ou um ou mais aditivos. Estes últimos incluem, sem limitação, compostos e materiais utilizados para o ajuste físico, parâmetros reológicos e químicos da composição de revestimento curável por radiação, como a viscosidade (por exemplo, solventes, espessantes e surfactantes), a consistência (por exemplo, agentes anti-sedimentação, enchimentos e plastificantes), as propriedades de formação de espuma (por exemplo, agentes antiespuma), as propriedades lubrificantes (ceras, óleos), estabilidade UV (fotoestabilizadores), as propriedades de adesão, as propriedades antiestáticas, a estabilidade de armazenamento (inibidores de polimerização), etc. Os aditivos descritos no presente documento podem estar presentes na composição de revestimento curável por radiação em quantidades e em formas conhecidas na técnica, incluindo os chamados nanomateriais em que pelo menos uma das dimensões do aditivo está na faixa de 1 a 1000 nm.

[0069] A composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento compreende as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento. Preferentemente, as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas estão presentes numa quantidade desde cerca de 2 % em peso até cerca de 40 % em peso, mais preferentemente de cerca de 4 %

em peso a cerca de 30 % em peso, sendo as percentagemns em peso baseadas no peso total da composição de revestimento curável por radiação que compreende o material aglutinante, as partículas de pigmento não esféricas magnético ou magnetizável e outros componentes opcionais da composição de revestimento curável por radiação.

[0070] As partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento são definidas como tendo, devido à sua forma não esférica, refletividade não isotrópica com respeito a uma radiação eletromagnética incidente para a qual o material aglutinante curado ou endurecido é pelo menos parcialmente transparente. Conforme utilizado no presente documento, o termo "refletividade não isotrópica" indica que a proporção de radiação incidente de um primeiro ângulo que é refletida por uma partícula numa determinada direção (de visualização) (um segundo ângulo) é uma função da orientação das partículas, isto é, que uma alteração da orientação da partícula em relação ao primeiro ângulo pode levar a uma magnitude diferente da reflexão na direção de visualização. Preferentemente, as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento têm uma refletividade não isotrópica em relação à radiação eletromagnética incidente em algumas partes ou na faixa completa do comprimento de onda desde cerca de 200 até cerca de 2500 nm, mais preferentemente desde cerca de 400 até cerca de 700 nm, de modo que uma mudança na orientação da partícula resulte em uma mudança de reflexão dessa partícula em uma determinada direção. Conforme conhecido pelo perito na especialidade, as partículas de pigmento magnético ou magnetizável descritas no presente documento são diferentes dos pigmentos convencionais, as ditas partículas de pigmento convencionais exibindo a mesma cor para todos os ângulos de visão, enquanto que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável descritas no presente documento exibem refletividade não isotrópica, como descrito acima.

[0071] As partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas são de preferência prolato ou oblato em forma de elipsóide, partículas em forma de plaquetas ou em agulha ou uma mistura de duas ou mais das mesmas e mais preferentemente partículas em forma de plaquetas.

[0072] Exemplos adequados de partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento incluem, sem limitação, partículas de pigmento compreendendo um metal magnético selecionado a partir do grupo que consiste em cobalto (Co), ferro (Fe), gadolínio (Gd) e níquel (Ni); ligas magnéticas de ferro, manganésio, cobalto, níquel e misturas de dois ou mais dos mesmos; óxidos magnéticos de crômio, manganésio, cobalto, ferro, níquel e misturas de dois ou mais dos mesmos; e misturas de dois ou mais dos mesmos. O termo "magnético" em referência aos metais, ligas e óxidos é direcionado a metais ferromagnéticos ou ferrimagnéticos, ligas e óxidos. Óxidos magnéticos de crômio, manganésio, cobalto, ferro, níquel ou uma mistura de dois ou mais dos mesmos podem ser óxidos puros ou mistos. Exemplos de óxidos magnéticos incluem, sem limitação, óxidos de ferro, como hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), dióxido de crômio (CrO_2), ferritas magnéticas (MFe_2O_4), espinelas magnéticas (MR_2O_4), hexaferritas magnéticas ($\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$), ortoferritas magnéticas (RFeO_3), granadas magnéticas $\text{M}_3\text{R}_2(\text{AO}_4)_3$, em que M significa um metal de duas valências, R significa metal com três valências e A representa metal com quatro valências.

[0073] Exemplos de partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento incluem, sem limitação, partículas de pigmento compreendendo uma camada magnética M feita a partir de um ou mais de um metal magnético, como cobalto (Co), ferro (Fe), gadolínio (Gd) ou níquel (Ni); e uma liga magnética de ferro, cobalto ou níquel, em que as ditas partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas podem ser estruturas de múltiplas

camadas que compreendem uma ou mais camadas adicionais. Preferentemente, as uma ou mais camadas adicionais são camadas A feitas independentemente de um ou mais materiais selecionados a partir do grupo que consiste em fluoretos de metal, tais como fluoreto de magnésio (MgF_2), óxido de silício (SiO), dióxido de silício (SiO_2), óxido de titânio (TiO_2), sulfureto de zinco (ZnS) e óxido de alumínio (Al_2O_3), mais preferentemente dióxido de silício (SiO_2); ou camadas B, fabricadas independentemente a partir de um ou mais materiais selecionados a partir do grupo que consiste em metais e ligas metálicas, preferentemente selecionado a partir do grupo que consiste em metais refletivos e ligas refletivas e mais preferentemente selecionado a partir do grupo que consiste em alumínio (Al), cromo (Cr) e níquel (Ni) e ainda mais preferentemente alumínio (Al); ou uma combinação de uma ou mais camadas A, como as descritas acima e uma ou mais camadas B, como as descritas acima. Exemplos típicos de partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta que são estruturas multicamadas descritas acima incluem, sem limitação, estruturas multicamadas A/M, estruturas multicamadas A/M/A, estruturas multicamadas A/M/B, estrutura multicamada A/B/M/A, estruturas multicamadas A/B/M/B, estruturas multicamadas A/B/M/B/A, estrutura multicamada B/M, estruturas multicamadas B/M/B, B estruturas multicamadas B/A/M/A, B estruturas multicamadas B/A/M/B, estruturas multicamadas B/A/M/B/A/, em que as camadas A, as camadas magnéticas M e as camadas B são escolhidas a partir daquelas descritas acima.

[0074] Pelo menos parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento pode ser constituída por partículas de pigmento magnético ou magnetizável opticamente variáveis não esféricas e/ou partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas sem propriedades opticamente variáveis. Preferentemente, pelo menos uma parte das partículas de pigmento

magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento é constituída por partículas de pigmento magnético ou magnetizável óticamente variáveis não esféricas. Além da segurança aberta fornecida pela propriedade de mudança de cores de partículas de pigmento magnético ou magnetizável óticamente variáveis não esféricas, que permite detetar facilmente, reconhecer e/ou discriminar um artigo ou documento de segurança portando uma tinta, composição de revestimento curável por radiação, revestimento ou camada compreendendo as partículas de pigmento magnético ou magnetizável óticamente não esféricas descritas no presente documento a partir de suas possíveis falsificações, usando os sentidos humanos não auxiliados, as propriedades óticas das partículas de pigmento magnético ou magnetizável óticamente variável em forma de plaqueta também podem ser usadas como uma ferramenta legível por máquina para o reconhecimento da OEL. Deste modo, as propriedades óticas das partículas de pigmento magnéticas ou magnetizáveis óticamente variáveis não esféricas podem ser usadas simultaneamente como um recurso de segurança secreto ou semissecreto num processo de autenticação em que as propriedades óticas (por exemplo, espectrais) das partículas de pigmento são analisadas. A utilização de partículas de pigmento magnético ou magnetizável óticamente variável não esféricas em composições de revestimento curáveis por radiação para produzir uma OEL aumenta a importância da OEL como um recurso de segurança em aplicações de documentos de segurança, porque esses materiais (isto é, partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis óticamente não esféricas) são reservados à indústria de impressão de documentos de segurança e não estão disponíveis comercialmente ao público.

[0075] Além disso, e devido às suas características magnéticas, as partículas de pigmento não esféricas magnéticas ou magnetizáveis descritas no presente documento são legíveis por máquina e, portanto, os

revestimentos ou camadas feitas das composições de revestimento curáveis por radiação descritas no presente documento e compreendendo essas partículas de pigmento podem ser detetados, por exemplo, com detectores magnéticos específicos. As composições de revestimento curáveis por radiação compreendendo as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento podem, portanto, ser usadas como um elemento de segurança secreto ou semissecreto (ferramenta de autenticação) para documentos de segurança.

[0076] Conforme mencionado acima, preferentemente pelo menos uma parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas é constituída por partículas de pigmento magnético ou magnetizável óticamente variáveis não esféricas. Estes podem mais preferentemente ser selecionados do grupo que consiste em partículas de pigmento de interferência de película fina magnética não esférica, partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnético não esféricas, partículas de pigmento revestidas por interferência não esféricas compreendendo um material magnético e misturas de dois ou mais dos mesmos.

[0077] As partículas de pigmento de interferência de película fina magnética são conhecidas dos especialistas na técnica e são divulgadas por exemplo nos documentos US 4.838.648; documentos WO 2002/073250 A2; EP 0 686 675 B1; WO 2003/000801 A2; US 6.838.166; WO 2007/131833 A1; EP 2 402 401 A1 e nos documentos aí citados. Preferentemente, as partículas de pigmento de interferência de película fina magnético compreendem partículas de pigmento com uma estrutura multicamada Fabry-Perot de cinco camadas e/ou partículas de pigmento tendo uma estrutura multicamada Fabry-Perot de seis camadas e/ou partículas de pigmento tendo uma estrutura multicamada Fabry-Perot de sete camadas.

[0078] As estruturas multicamadas Fabry-Perot de cinco

camadas preferidas consistem em estruturas multicamadas de absorvedor/dielétrico/refletor/dielétrico/absorvedor em que o refletor e/ou o absorvedor também é uma camada magnética, preferentemente o refletor e/ou o absorvedor é uma camada magnética compreendendo níquel, ferro e/ou cobalto e/ou uma liga magnética compreendendo níquel, ferro e/ou cobalto e/ou um óxido magnético compreendendo níquel (Ni), ferro (Fe) e/ou cobalto (Co).

[0079] As estruturas multicamadas Fabry-Perot de seis camadas preferidas consistem em estruturas multicamadas de absorvedor/dielétrico/refletor/magnético/dielétrico/absorvedor.

[0080] As estruturas multicamadas Fabry Perot de sete camadas preferidas consistem em estruturas multicamadas de absorvedor/dielétrico/refletor/magnético/refletor/dielétrico/absorvedor, como divulgado no documento US 4.838.648.

[0081] Preferentemente, as camadas refletor descritas no presente documento são fabricadas independentemente a partir de um ou mais materiais selecionados a partir do grupo que consiste em metais e ligas metálicas, preferentemente selecionados a partir do grupo que consiste em metais refletivos e ligas metálicas refletivas, mais preferentemente selecionados a partir do grupo que consiste em alumínio (Al), prata (Ag), cobre (Cu), ouro (Au), platina (Pt), estanho (Sn), titânio (Ti), paládio (Pd), ródio (Rh), nióbio (Nb), crómio (Cr), níquel (Ni) e ligas dos mesmos, ainda mais preferentemente selecionados a partir do grupo que consiste em alumínio (Al), crómio (Cr), níquel (Ni) e ligas dos mesmos, e ainda mais preferentemente alumínio (Al). Preferentemente, as camadas dielétricas são feitas independentemente de um ou mais materiais selecionados a partir do grupo que consiste em fluoretos de metal, como fluoreto de magnésio (MgF_2), fluoreto de alumínio (AlF_3), fluoreto de cério (CeF_3), fluoreto de lantânio (LaF_3), fluoretos de sódio e alumínio (por exemplo, Na_3AlF_6), fluoreto de neodímio (NdF_3), fluoreto de samário

(SmF₃), fluoreto de bário (BaF₂), fluoreto de cálcio (CaF₂), fluoreto de lítio (LiF) e óxidos de metal, como óxido de silício (SiO), dióxido de silício (SiO₂), óxido de titânio (TiO₂), óxido de alumínio (Al₂O₃), mais preferentemente selecionado a partir do grupo que consiste em fluoreto de magnésio (MgF₂) e dióxido de silício (SiO₂) e ainda mais preferentemente fluoreto de magnésio (MgF₂). Preferentemente, as camadas absorvedoras são feitas de forma independente a partir de um ou mais materiais selecionados a partir do grupo que consiste em alumínio (Al), prata (Ag), cobre (Cu), paládio (Pd), platina (Pt), titânio (Ti), vanádio (V), ferro (Fe) estanho (Sn), tungstênio (W), molibdênio (Mo), ródio (Rh), nióbio (Nb), crômio (Cr), níquel (Ni), óxidos de metal dos mesmos, sulfuretos de metal dos mesmos, carbonetos de metal dos mesmos e ligas de metal dos mesmos, mais preferentemente selecionados a partir do grupo que consiste em crômio (Cr), níquel (Ni), óxidos de metal dos mesmos e ligas de metal dos mesmos e ainda mais preferentemente selecionados a partir do grupo que consiste em crômio (Cr), níquel (Ni) e ligas de metal dos mesmos. Preferentemente, a camada magnética compreende níquel (Ni), ferro (Fe) e/ou cobalto (Co); e/ou uma liga magnética compreendendo níquel (Ni), ferro (Fe) e/ou cobalto (Co); e/ou um óxido magnético compreendendo níquel (Ni), ferro (Fe) e/ou cobalto (Co). Quando partículas de pigmento de interferência de filme fino magnético compreendendo uma estrutura de Fabry-Perot de sete camadas são preferidas, é particularmente preferido que as partículas de pigmento de interferência de película fina magnético compreendam uma estrutura multicamada de absorvedor/dielétrico/refletor/magnético/refletor/magnético/refletor/dielétrico/absorvente de sete camadas consistindo em uma estrutura multicamada de Cr/MgF₂/Al/M/Al/MgF₂/Cr, em que a camada magnética M compreendendo níquel (Ni), ferro (Fe) e/ou cobalto (Co); e/ou uma liga magnética compreendendo níquel (Ni), ferro (Fe) e/ou cobalto (Co); e/ou um óxido magnético compreendendo níquel (Ni), ferro (Fe) e/ou cobalto (Co).

[0082] As partículas de pigmento de interferência de película fina magnético descritas no presente documento podem ser partículas de pigmento multicamada sendo consideradas seguras para a saúde humana e para o meio ambiente e baseando-se, por exemplo, em estruturas multicamadas Fabry-Perot de cinco camadas, estruturas multicamadas Fabry-Perot de seis camadas e estruturas multicamadas Fabry-Perot de sete camadas, em que as ditas partículas de pigmento incluem uma ou mais camadas magnéticas compreendendo uma liga magnética com uma composição substancialmente isenta de níquel, incluindo de cerca de 40 % em peso a cerca de 90 % em peso de ferro, de cerca de 10 % em peso a cerca de 50 % em peso de crómio e de cerca de 0 % em peso a cerca de 30 % em peso de alumínio. Exemplos típicos de partículas de pigmento multicamada sendo considerados seguros para a saúde humana e o meio ambiente podem ser encontrados no documento EP 2 402 401 A1, que é pela presente incorporado como referência na sua totalidade.

[0083] As partículas de pigmento de interferência de película fina magnética descritas no presente documento são tipicamente fabricadas por uma técnica de deposição convencional para as diferentes camadas necessárias numa trama. Após a deposição do número desejado de camadas, por exemplo, por deposição física de vapor (PVD), deposição de vapor químico (DCV) ou deposição eletrolítica, a pilha de camadas é removida da trama, dissolvendo uma camada de libertação num solvente adequado ou removendo o material da trama. O material obtido deste modo é então decomposto em partículas de pigmento em forma de plaquetas que precisam ser processadas posteriormente por trituração, moagem (como por exemplo processos de moagem a jato) ou qualquer método adequado para obter partículas de pigmento do tamanho necessário. O produto resultante consiste em partículas de pigmento planas em forma de plaquetas com bordas quebradas, formas irregulares e diferentes proporções. Podem ser encontradas informações adicionais sobre a

preparação de partículas de pigmento de interferência de película fina magnético em forma de plaquetas por exemplo nos documentos EP 1 710 756 A1 e EP 1 666 546 A1 que são pela presente incorporados como referência.

[0084] As partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnético adequadas que exibem características óticamente variáveis incluem, sem limitação, partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnético em monocamada e partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnético em várias camadas. Tais partículas de pigmento são divulgadas, por exemplo, nos documentos WO 2006/063926 A1, US 6.582.781 e US 6.531.221. O documento WO 2006/063926 A1 divulga monocamadas e partículas de pigmentos obtidas com altas propriedades de brilho e desvio de cores com propriedades particulares adicionais, tais como magnetizabilidade. As monocamadas e partículas de pigmento divulgadas, que são obtidos através da trituração das ditas monocamadas, incluem uma mistura de cristal líquido colestérico reticulado tridimensionalmente e nanopartículas magnéticas. Os documentos US 6.582.781 e US 6.410.130 divulgam partículas de pigmento colestérico de multicamadas que compreendem a sequência $A^1/B/A^2$, em que A^1 e A^2 podem ser idênticos ou diferentes e cada um compreende pelo menos uma camada colestérica, e B é uma camada intermédia que absorve toda ou parte da luz transmitida pelas camadas A^1 e A^2 e confere propriedades magnéticas à dita camada intermediária. O documento US 6.531.221 divulga partículas de pigmento colestérico em forma de plaquetas que compreendem a sequência A/B e opcionalmente C, em que A e C são camadas absorventes compreendendo partículas de pigmento que conferem propriedades magnéticas, e B é uma camada colestérica.

[0085] Os pigmentos revestidos por interferência adequados compreendendo um ou mais materiais magnéticos incluem, sem limitação, estruturas consistindo em um substrato selecionado a partir do grupo que

consiste em um núcleo revestido com uma ou mais camadas, em que pelo menos um dos núcleos ou uma ou mais camadas têm propriedades magnéticas. Por exemplo, pigmentos revestidos por interferência adequados compreendem um núcleo feito de um material magnético, como os descritos acima, o dito núcleo sendo revestido com uma ou mais camadas feitas de um ou mais óxidos metálicos, ou eles têm uma estrutura que consiste em um núcleo feito de micas sintéticas ou naturais, silicatos em camadas (por exemplo, talco, caulino e sericita), vidros (por exemplo, borossilicatos), dióxidos de silício (SiO_2), óxidos de alumínio (Al_2O_3), óxidos de titânio (TiO_2), grafites e misturas de dois ou mais dos mesmos. Além disso, uma ou mais camadas adicionais, como camadas de coloração, podem estar presentes.

[0086] As partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento podem ser tratadas superficialmente para protegê-las contra qualquer deterioração que possa ocorrer na composição de revestimento curável por radiação e/ou para facilitar sua incorporação na composição de revestimento curável por radiação; tipicamente podem ser utilizados materiais inibidores de corrosão e/ou agentes humectantes.

[0087] O processo para produzir as camadas de efeito ótico (OEL) (x10) descritas no presente documento no substrato (x20) descrito no presente documento compreende uma etapa ii) de expor a composição de revestimento curável por radiação ao campo magnético do conjunto magnético (x00) descrito no presente documento. Também são descritos no presente documento conjuntos magnéticos (x00) e processos usando os referidos conjuntos magnéticos (x00) para a produção de uma OEL (x10), como aqueles descritos no presente documento no substrato (x20) descrito no presente documento, o dito OEL compreendendo as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas sendo orientadas na composição de revestimento curável por radiação curada, como descrito no

presente documento.

[0088] O conjunto magnético (x00) compreende a) o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) tendo o comprimento L1 descrito no presente documento, b) o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) tendo o comprimento L3 descrito no presente documento, e c) a peça polar plana (x50) tendo o comprimento L5 descrito no presente documento.

[0089] De acordo com uma forma de realização, o conjunto magnético (x00) descrito no presente documento é disposto ou envolvido num suporte (x01) montado num dispositivo de transferência, em que o dito dispositivo de transferência é um cilindro magnético rotativo ou uma unidade de impressão de orientação magnética. Preferentemente, o conjunto magnético (x00) descrito no presente documento está disposto ou encerrado no suporte (x01) descrito no presente documento, em que o dito suporte (x01) é montado no cilindro magnético rotativo, em particular montado em ranhuras circunferenciais ou ranhuras transversais do cilindro magnético rotativo.

[0090] Conforme ilustrado na Fig. 2, o conjunto magnético (x00) para produzir a camada de efeito ótico descrito no presente documento é preferentemente disposto ou encerrado no suporte (x01) descrito no presente documento, em que o dito suporte (x01) compreende uma tampa em forma de cúpula (x02) (ou seja, uma tampa com uma superfície curva) para proteger o conjunto magnético (x00) de contaminação e danos mecânicos e para fornecer uma superfície lisa para suportar um substrato (x20) portando a OEL (x10). O suporte (101) e a tampa em forma de cúpula (102) têm um comprimento e uma largura L21, uma espessura L19 no centro da tampa em forma de cúpula (102) e uma espessura L20 na borda da tampa em forma de cúpula (102). A superfície superior da tampa em forma de cúpula (102) é uma superfície curva cuja curvatura é a de um círculo tendo um raio (L-R). A superfície superior externa da tampa em

forma de cúpula (x02) preferentemente se adapta perfeitamente à superfície externa do dispositivo de transferência descrito no presente documento, preferentemente para a superfície externa do cilindro magnético rotativo descrito no presente documento, em que o conjunto magnético (x00) descrito no presente documento está disposto ou encerrado. A tampa em forma de cúpula (x02) serve como um elemento de separação entre o conjunto magnético (x00) e o substrato (x20) que carrega a OEL (x10). Conforme ilustrado na Fig. 2, a tampa em forma de cúpula (102) pode ainda compreender um recesso para fixar o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (130) num alinhamento com o segundo dispositivo de geração de campo magnético (140) e a peça polar plana (150).

[0091] O suporte (x01) descrito no presente documento compreende um travamento inferior (x03) para proteger o conjunto magnético (x00) de contaminação e danos mecânicos. O travamento inferior (103) tem um comprimento e uma largura L23 e uma espessura L24. O travamento inferior (x03) pode ser inserido na superfície inferior da tampa em forma de cúpula (x02) de modo a ficar nivelado com a superfície inferior da tampa em forma de cúpula (x02).

[0092] A tampa em forma de cúpula (x02) e o travamento inferior (x03) do suporte (x01) descrito no presente documento são feitos de forma independente de um ou mais materiais não magnéticos selecionados do mesmo grupo de materiais de baixa condução, materiais não condutores e misturas dos mesmos, como os materiais não magnéticos descritos no presente documento para a placa não magnética (x60).

[0093] O suporte (x01) descrito no presente documento pode compreender ainda uma cunha não magnética (x04) para suportar o conjunto magnético (x00) e variar a distância A1 entre a superfície superior do conjunto magnético (x00) e o substrato (x20) portando a OEL (110). A cunha não magnética (104) tem um comprimento L25 e uma espessura

L24. A cunha não magnética (x04) descrita no presente documento é feita de um ou mais materiais não magnéticos selecionados a partir do mesmo grupo de materiais de baixa condução, materiais não condutores e misturas dos mesmos, como os materiais não magnéticos descritos no presente documento para a placa não magnética (x60). Vantajosamente, a tampa em forma de cúpula (x02) e a cunha não magnética (x04) fornecem uma distância apropriada entre o conjunto magnético (x00) e o substrato (x20) em contato com a tampa em forma de cúpula (x02).

[0094] O suporte (x01) descrito no presente documento pode compreender ainda uma matriz não magnética (x41) para proteger o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) num alinhamento com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e a peça polar plana (x50). A matriz não magnética (x41) compreende tipicamente um vazio adequado para receber o segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40), tendo o dito vazio, preferentemente, a mesma forma e as mesmas dimensões que o segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40). A matriz não magnética (x41) descrita no presente documento é feita de um ou mais materiais não magnéticos selecionados a partir do mesmo grupo de materiais de baixa condução, materiais não condutores e misturas dos mesmos, como os materiais não magnéticos descritos no presente documento para a placa não magnética (x60).

[0095] Cada um do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) tem seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (x20) e ambos do dito primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o dito segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) tem a mesma direção de campo magnético, ou seja, tanto o dito primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) quanto o dito segundo dispositivo de geração de campo

magnético (x40) têm seu polo norte apontando para o substrato (x20) (como mostrado na Fig. 1-6) ou ambos têm seus polo sul apontando para a superfície do substrato (x20).

[0096] O primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) está disposto no topo do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) a uma distância A2 sendo diferente de zero (isto é, o primeiro e o segundo dispositivo magnético de geração de campo magnético (x30, x40) não estão em contato direto), uma vez que pelo menos a peça polar plana (x50) descrita no presente documento está presente entre o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40). Conforme mostrado nas Fig. 1-6, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) está voltado para a superfície do substrato (x20) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) está voltado para o ambiente.

[0097] Uma vez que a peça polar plana (x50) está disposta entre o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), o dito primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) não está em contato direto com o dito segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40). A distância A2 entre a superfície inferior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e a superfície superior do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) é preferentemente entre cerca de 1 e cerca de 15 mm e mais preferentemente entre cerca de 1 e cerca de 10 mm.

[0098] A distância (A1) entre a superfície superior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e a superfície inferior do substrato (x20) voltada para o conjunto magnético (x00) descrito no presente documento é preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 5 mm, mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 2,5 mm e ainda mais

preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 1 mm.

[0099] O primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) podem ter qualquer forma ou podem ter uma forma diferente. O segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) pode ser um dispositivo de geração de campo magnético em forma de ansa, tal como um dispositivo gerador de campo magnético em forma de anel, ou um dispositivo gerador de campo magnético sólido (isto é, dispositivo gerador de campo magnético que não compreende uma área central sem o material do dito dispositivo gerador de campo magnético). Preferentemente, o dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) têm, independentemente, a forma de um disco (referido no presente documento como dispositivo de geração de campo magnético "em forma de disco") ou têm a forma de um paralelepípedo, preferentemente a forma de um quadrado (referido no presente documento como dispositivo gerador de campo magnético "em forma de quadrado"). Preferentemente, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e/ou, preferentemente e, o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) são dispositivos de geração de campo magnético em forma de disco ou dispositivos de geração de campo magnético em forma de quadrado. De acordo com uma forma de realização preferida, o dispositivo gerador de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40) são dispositivos geradores de campo magnético em forma de disco. De acordo com outra forma de realização preferida, o dispositivo gerador de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40) são dispositivos geradores de campo magnético em forma de quadrado. Para formas de realização que compreendem dispositivos de geração de campo magnético em forma de disco (x30, x40), os comprimentos L1 e L3 descritos no presente documento referem-se e correspondem ao diâmetro dos ditos

dispositivos em forma de disco. Para formas de realização que compreendem dispositivos de geração de campo magnético em forma de quadrado (x30, x40), os comprimentos L1 e L3 descritos no presente documento referem-se e correspondem à largura dos ditos dispositivos em forma de quadrado.

[00100] O primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) tem um comprimento L1 (um diâmetro L1 no caso de um dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco ou uma largura L1 no caso de um dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado) menor que o comprimento L3 (diâmetro L3 no caso de um dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco ou largura L3 no caso de um dispositivo gerador de campo magnético em forma de quadrado) do segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40).

[00101] O primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento pode ser disposto simetricamente ou não simetricamente com o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) descrito no presente documento. Preferentemente e por razões de equilíbrio mecânico, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento é disposto simetricamente com o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) descrito no presente documento ou em outras palavras, o primeiro e o segundo dispositivos de geração de campo magnético (x30, x40) descritos no presente documento estão alinhados centralmente.

[00102] De acordo com uma forma de realização preferida e por razões de equilíbrio mecânico, o conjunto magnético (x00) descrito no presente documento compreende um primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) sendo um dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco e um segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) sendo um dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco, em que o primeiro dispositivo de geração de

campo magnético em forma de disco (x30) está simetricamente disposto no topo do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (x40), ou seja, a origem ou o centro (ou seja, o ponto onde os diâmetros se cruzam) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (x30) está alinhado com a origem do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (x40) (veja-se as Fig. 1-6).

[00103] De acordo com outra forma de realização preferida e por razões de equilíbrio mecânico, o conjunto magnético (x00) descrito no presente documento compreende um primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) sendo um dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado e um segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) sendo um dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado, em que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado (x30) está simetricamente disposto no topo do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado (x40), ou seja, a origem ou o centro (ou seja, o ponto onde as diagonais se cruzam) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado (x30) está alinhado com a origem do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de quadrado (x40) (veja-se a Figura 1).

[00104] O primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) são de preferência feitos de forma independente de materiais de alta coercividade (também referidos como materiais magnéticos fortes). Materiais de alta coercividade adequados são materiais com um valor máximo de produto de energia $(BH)_{\max}$ de pelo menos 20 kJ/m^3 , preferentemente pelo menos 50 kJ/m^3 , mais preferentemente pelo menos 100 kJ/m^3 , ainda mais preferentemente pelo menos 200 kJ/m^3 . Eles são preferentemente feitos de um ou mais materiais magnéticos sinterizados ou ligados por polímero

selecionados a partir do grupo que consiste em Alnicos, como por exemplo Alnico 5 (R1-1-1), Alnico 5 DG (R1-1-2), Alnico 5-7 (R1-1-3), Alnico 6 (R1-1-4), Alnico 8 (R1-1-5), Alnico 8 HC (R1-1-7) e Alnico 9 (R1-1-6); hexaferritas de fórmula $MFe_{12}O_{19}$, (por exemplo, hexaferrita de estrôncio ($SrO \cdot 6Fe_2O_3$) ou hexaferritas de bário ($BaO \cdot 6Fe_2O_3$)), ferritas duras da fórmula MFe_2O_4 (por exemplo, como ferrita de cobalto ($CoFe_2O_4$) ou magnetita (Fe_3O_4)), em que M é um íon de metal bivalente), cerâmica 8 (SI-1-5); materiais magnéticos de terras raras selecionados a partir do grupo que compreende $RECo_5$ (com RE = Sm ou Pr), RE_2TM_{17} (com RE = Sm, TM = Fe, Cu, Co, Zr, Hf), $RE_2TM_{14}B$ (com RE = Nd, Pr, Dy, TM = Fe, Co); ligas anisotrópicas de Fe Cr Co; materiais selecionados a partir do grupo de PtCo, MnAlC, RE Cobalto 5/16, RE Cobalto 14. Preferentemente, os materiais de alta coercividade do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) são selecionados a partir dos grupos que consistem em materiais magnéticos de terras raras e, mais preferentemente, a partir do grupo que consiste em $Nd_2Fe_{14}B$ e $SmCo_5$. Particularmente preferidos são materiais compostos magnéticos permanentes facilmente viáveis que compreendem um enchimento magnético permanente, como pó de estrôncio-hexaferrito ($SrFe_{12}O_{19}$) ou neodímio-ferro-boro ($Nd_2Fe_{14}B$), numa matriz do tipo plástico ou borracha.

[00105] O conjunto magnético (x00) descrito no presente documento compreende c) a peça polar plana (x50) descrita no presente documento. Por “plano”, significa que a dita peça polar não compreende quaisquer saliências ou projeções que se estendam para fora da superfície da dita peça polar, isto é, não tem quaisquer saliências ou projeções que se estendam para fora da superfície da dita peça polar. As Fig. 1-6 ilustram conjuntos magnéticos (x00) compreendendo uma peça polar plana (x50), enquanto a Fig. 8 comparativa ilustra um conjunto magnético compreendendo uma peça polar não plana (x90), em particular, peças

polares compreendendo um entalhe e uma secção transversal em forma de U e uma peça polar plana (x91).

[00106] A peça polar plana (x50) descrita no presente documento é disposta entre o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) ou, por outras palavras, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) está disposto no topo da peça polar plana (x50) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) está disposto abaixo da peça polar plana (x50). A peça polar plana (x50) pode estar em contato direto com o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x30, x40) ou pode ser separado do primeiro e do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x30, x40).

[00107] Uma peça polar denota uma estrutura composta de um material com alta permeabilidade magnética, preferentemente uma permeabilidade entre cerca de 2 e cerca de $1.000.000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ (Newton por Ampère quadrado), mais preferentemente entre cerca de 5 e cerca de $50.000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ e ainda mais preferentemente entre cerca de 10 e cerca de $10.000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$. A peça polar serve para dirigir o campo magnético produzido pelos ímãs. A peça polar plana (x50) descrita no presente documento pode ser feita de ferro ou de um material plástico no qual partículas magnetizáveis estão dispersas. Preferentemente, a peça polar plana (x50) descrita no presente documento é feita de ferro.

[00108] A peça polar plana (x50) é uma peça polar plana de forma sólida e mais preferentemente uma peça polar plana em forma de disco ou uma peça polar plana em forma de quadrado.

[00109] A peça polar plana (x50) descrita no presente documento tem um comprimento L5, em que o dito comprimento L5 é maior do que o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40). Para formas de realização que compreendem uma peça polar em forma de disco plano (x50), o comprimento L5 descrito no presente

documento refere-se e corresponde ao diâmetro da dita peça polar (x50). Para formas de realização que compreendem uma peça polar plana de forma de quadrado (x50), o comprimento L5 descrito no presente documento refere-se e corresponde à largura da dita peça polar.

[00110] A peça polar plana (x50) pode ser disposta simetricamente ou não simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) descrito no presente documento. Preferentemente, e por razões de equilíbrio mecânico e propósito de concepção, a peça polar plana (x50) é disposta simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) descrito no presente documento.

[00111] De acordo com uma forma de realização mostrada nas Figs. 1 e 2 e 3A-3D, o conjunto magnético (100) descrito no presente documento compreende a) o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (130), em particular, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (130), descrito no presente documento, b) o segundo dispositivo de geração de campo magnético (140), preferentemente o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (140), descrito no presente documento e c) a peça polar plana (150), preferentemente a peça polar plana em forma de quadrado (150), descrita no presente documento; em que o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (130, 140) têm seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (120) e têm seu polo norte apontando em direção ao substrato (120); em que o diâmetro (L1) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (130) é menor do que o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (140) e o diâmetro (L3) do o segundo dispositivo gerador de campo

magnético em forma de disco (140) é menor do que o diâmetro (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (150); em que o primeiro dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (130) está em contato direto e está disposto no topo da peça polar plana em forma de quadrado (150); em que a peça polar em forma de quadrado (150) está em contato direto e está disposta no topo do segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (140); e em que a origem (isto é, o ponto onde os diâmetros se cruzam) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (130), do segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (140) e da peça polar plana em forma de quadrado (150) estão alinhados. Preferentemente, a distância (A1) entre a superfície superior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (130) e a superfície inferior do substrato (120) voltada para o conjunto magnético (100) descrito no presente documento é preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 5 milímetros, mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 2,5 mm e ainda mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 1 mm.

[00112] O conjunto magnético (x00) descrito no presente documento pode compreender ainda uma placa não magnética (x60).

[00113] A placa não magnética (x60) descrita no presente documento atua como um espaçador entre o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40). A placa não magnética (x60) descrita no presente documento é disposta entre o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40). A placa não magnética (x60) descrita no presente documento pode ser disposta abaixo (veja-se por exemplo a Fig. 4) ou pode ser disposta no topo (veja-se por exemplo a Fig. 3) a peça polar plana (x50).

[00114] A placa não magnética (x60) descrita no presente documento é feita de forma independente de um ou mais materiais não

magnéticos. Os materiais não magnéticos são preferentemente selecionados a partir do grupo que consiste em materiais de baixa condução, materiais não condutores e misturas dos mesmos, como, por exemplo, plásticos e polímeros de engenharia, alumínio, ligas de alumínio, titânio, ligas de titânio e aços austeníticos (isto é, aços não magnéticos). Os plásticos e polímeros de engenharia incluem, sem limitação, poliarilhercetonas (PAEK) e seus derivados polieteretercetonas (PEEK), polietercetonacetonas (PEKK), polieteretercetonacetonas (PEEKK) e polietercetonaetercetonacetonas (PEKEKK); poliacetais, poliamidas, poliésteres, poliéteres, copoliéterésteres, poliimidazidas, polieterimidazidas, polietileno de alta densidade (HDPE), polietileno de ultra-alta massa molecular (UHMWPE), politereftalato de butileno (PBT), polipropileno, copolímero de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), polietilenos fluorados e perfluorados, poliestirenos, policarbonatos, polifenilenossulfureto (PPS) e polímeros de cristal líquido. Os materiais preferidos são PEEK (polieteretercetona), POM (polioximetileno), PTFE (politetrafluoroetileno), Nylon® (poliamida) e PPS.

[00115] A placa não magnética (x60) descrita no presente documento pode ter qualquer formato. Preferentemente, a placa não magnética (x60) descrita no presente documento é uma placa não magnética em forma de disco ou uma placa não magnética em forma de quadrado, mais preferentemente uma placa não magnética em forma de quadrado.

[00116] A placa não magnética (x60) descrita no presente documento tem um comprimento L7. Para formas de realização que compreendem uma placa não magnética em forma de disco (x60), o comprimento L7 descrito no presente documento refere-se e corresponde ao diâmetro da dita placa não magnética. Para formas de realização que compreendem uma placa não magnética em forma de quadrado (x60), o comprimento L7 descrito no presente documento refere-se e corresponde à

largura da dita placa não magnética.

[00117] De acordo com uma forma de realização preferida e por razões de equilíbrio mecânico, o comprimento L7 da placa não magnética (x60) (diâmetro L7 no caso de placa não magnética em forma de disco; largura L7 no caso de uma placa não magnética em forma de quadrado) é igual ao comprimento L5 da peça polar plana (x50).

[00118] A placa não magnética (x60) pode ser disposta simetricamente ou não simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento, o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) e a peça polar plana (x50) descrita no presente documento. Preferentemente e por razões de equilíbrio mecânico, a placa não magnética (x60) está disposta simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento, o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) e a peça polar plana (x50) descrita no presente documento.

[00119] De acordo com uma forma de realização mostrada na Fig. 4, o conjunto magnético (200) descrito no presente documento compreende a) o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (230), em particular, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (230), descrito no presente documento, b) o segundo dispositivo de geração de campo magnético (240), preferentemente o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (240), descrito no presente documento, c) a peça polar plana (250), preferentemente a peça polar plana em forma de quadrado ou a peça polar em forma de disco plano (250), descrita no presente documento, e d) a placa não magnética (260), preferentemente a placa não magnética em forma de quadrado (260), descrita no presente documento; em que o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (230, 240) têm seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente

perpendicular à superfície do substrato (220) e têm seu norte apontando em direção ao substrato (220); em que o diâmetro (L1) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (230) é menor do que o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (230), o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (230) é menor que a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (250) ou menor que o diâmetro (L5) da peça polar em forma de disco (250), e a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (250) ou o diâmetro (L5) da peça polar em forma de disco (250) é o mesmo que a largura (L7) da placa não magnética em forma de quadrado (260); em que o primeiro dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (230) está em contato direto e está disposto no topo da peça polar plana em forma de quadrado (250) ou peça polar plana em forma de disco (250); em que a peça polar plana em forma de disco ou a peça polar plana em forma de quadrado (250) está em contato direto e está disposta no topo da placa não magnética em forma de quadrado (260); em que a placa não magnética em forma de quadrado (260) está em contato direto e está disposta no topo do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (240); e em que a origem do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (230), do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (240), da peça polar plana de forma de quadrado (250) ou da peça polar em forma de disco (250) e da placa não magnética de forma de quadrado (260) estão alinhados. Preferentemente, a distância (A1) entre a superfície superior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (230) e a superfície inferior do substrato (220) voltada para o conjunto magnético (200) descrito no presente documento é preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 5 milímetros, mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 2,5 mm e ainda mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 1 mm.

[00120] De acordo com outra forma de realização mostrada na Fig. 6, o conjunto magnético (300) descrito no presente documento compreende a) o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (330), em particular, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (330), descrito no presente documento, b) o segundo dispositivo de geração de campo magnético (340), preferentemente o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (340), descrito no presente documento, c) a peça polar plana (350), preferentemente a peça polar plana em forma de quadrado (350), descrita no presente documento, e d) a placa não magnética (360), preferentemente a placa não magnética em forma de quadrado (360), descrita no presente documento; em que o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (330, 340) têm seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (320) e têm seu polo norte apontando em direção ao substrato (320); em que o diâmetro (L1) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (330) é menor do que o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (340), o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (340) é menor do que a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (350), e a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (350) é a mesma que a largura (L7) da placa não magnética em forma de quadrado (360); em que o primeiro dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (330) está em contato direto e está disposto no topo da placa não magnética em forma de quadrado (360); em que a placa não magnética em forma de quadrado (360) está em contato direto e está disposta no topo da peça polar plana em forma de quadrado (350); em que a peça polar plana em forma de quadrado (350) está em contato direto e está disposta no topo do segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (340); e em que a origem do primeiro

dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (330), do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (340), da peça polar plana em forma de quadrado (350) e da placa não magnética em forma de quadrado (360) são alinhados. Preferentemente, a distância (A1) entre a superfície superior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (330) e a superfície inferior do substrato (320) voltada para o conjunto magnético (300) descrito no presente documento é preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 5 milímetros, mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 2,5 mm e ainda mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 1 mm.

[00121] O conjunto magnético (x00) descrito no presente documento pode compreender ainda uma segunda peça polar plana (x70). A segunda peça polar plana (x70) descrita no presente documento é disposta abaixo do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) e, portanto, está voltada para o ambiente (veja-se as Fig. 8 e 10).

[00122] A segunda peça polar plana (x70) é uma peça polar plana de forma sólida e mais preferentemente uma peça polar plana em forma de disco ou uma peça polar plana e ainda mais preferentemente tem a mesma forma que a peça polar plana (x50).

[00123] A segunda peça polar plana (x70) é uma estrutura composta de um material com alta permeabilidade magnética, tal como descrito no presente documento para a peça polar plana (x50). Preferentemente, a segunda peça polar plana (x70) descrita no presente documento é feita de ferro.

[00124] A segunda peça polar plana (x70) descrita no presente documento tem um comprimento L9. Para formas de realização que compreendem uma segunda peça polar plana em forma de disco (x70), o comprimento L9 descrito no presente documento refere-se e corresponde ao diâmetro da dita segunda peça polar plana (x70). Para formas de realização que compreendem uma segunda peça polar plana em forma de

quadrado (x70), o comprimento L9 descrito no presente documento refere-se e corresponde à largura da dita segunda peça polar plana. De acordo com uma forma de realização preferida, e por razões de equilíbrio mecânico e para fins de concepção, o comprimento L9 da segunda peça polar plana em forma de quadrado (x70) é igual ao comprimento L5 da peça polar plana (x50).

[00125] A segunda peça polar plana (x70) pode ser disposta simetricamente ou não simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento, o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), a peça polar plana (x50) descrita no presente documento e a placa não magnética (x60) descrita no presente documento, quando presentes. Preferentemente e por razões de equilíbrio mecânico, a segunda peça polar plana (x70) está disposta simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento, o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), a peça polar plana (x50) descrita no presente documento e a placa não magnética (x60) descrita no presente documento, quando presentes.

[00126] De acordo com uma forma de realização mostrada na Fig. 8, o conjunto magnético (400) descrito no presente documento compreende a) o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (430), em particular, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (430), descrito no presente documento, b) o segundo dispositivo de geração de campo magnético (440), preferentemente o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (440), descrito no presente documento, c) a peça polar plana (450), preferentemente a peça polar plana em forma de quadrado (450), descrito no presente documento, e d) a segunda peça polar plana (470), preferentemente a segunda peça polar plana em forma de quadrado (470), descrita no presente documento; em que o primeiro e o segundo dispositivo

de geração de campo magnético em forma de disco (430, 440) têm seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (420) e têm seu polo norte apontando em direção ao substrato (420); em que o diâmetro (L1) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (430) é menor do que o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (440), o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (440) é menor do que a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (450), e a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (450) é a mesma que a largura (L7) da segunda peça polar plana em forma de quadrado (470); em que o primeiro dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (430) está em contato direto e está disposto no topo da peça polar plana em forma de quadrado (450); em que a peça polar plana em forma de quadrado (450) está em contato direto e está disposta no topo do segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (440); em que o segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (440) está em contato direto e está disposto no topo da segunda peça polar plana em forma de quadrado (470); e em que a origem do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (430), do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (440), da peça polar plana de forma de quadrado (450) e da segunda peça polar em forma de quadrado (470) estão alinhadas. Preferentemente, a distância (A1) entre a superfície superior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (430) e a superfície inferior do substrato (420) voltada para o conjunto magnético (400) descrito no presente documento é preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 5 milímetros, mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 2,5 mm e ainda mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 1 mm.

[00127] De acordo com uma forma de realização, o conjunto

magnético (x00) descrito no presente documento compreende o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30), o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) descrito no presente documento, a peça polar plana (x50) descrita no presente documento, a placa não magnética (x60) descrita no presente documento e a segunda peça polar plana (x70) descrita no presente documento.

[00128] De acordo com uma forma de realização mostrada na Fig. 10, o conjunto magnético (500) descrito no presente documento compreende a) o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (530), em particular, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (530), descrito no presente documento, b) o segundo dispositivo de geração de campo magnético (540), preferentemente o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (540), descrito no presente documento, c) a peça polar plana (550), preferentemente a peça polar plana em forma de quadrado (550), descrito no presente documento, d) a segunda peça polar plana (570), preferentemente a segunda peça polar plana em forma de quadrado (570), descrito no presente documento e e) a placa não magnética (560), preferentemente a placa não magnética em forma de quadrado (560), descrita no presente documento; em que o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (530, 540) têm seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (520) e têm seu polo norte apontando em direção ao substrato (520); em que o diâmetro (L1) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (530) é menor do que o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (540), o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (540) é menor do que a largura (L5) da peça polar em forma plana (550), e a largura (L5) do peça polar plana em forma de quadrado (550) é a mesma que a largura (L7) da placa não magnética

em forma de quadrado (560) e é a mesma que a largura (L9) da segunda peça polar plana em forma de quadrado (570); em que o primeiro dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (530) está em contato direto e está disposto no topo da peça polar plana em forma de quadrado (550); em que a peça polar plana em forma de quadrado (550) está em contato direto e está disposta no topo da placa não magnética em forma de quadrado (560); em que a placa não magnética em forma de quadrado (560) está em contato direto e está disposta no topo do segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (540); em que o segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (540) está em contato direto e está disposto no topo da segunda peça polar plana em forma de quadrado (570); e em que a origem do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (530), do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (540), da peça polar plana de forma de quadrado (550), da segunda peça polar plana em forma de quadrado (570) e da placa não magnética em forma de quadrado (560) estão alinhados. Preferentemente, a distância (A1) entre a superfície superior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (530) e a superfície inferior do substrato (520) voltada para o conjunto magnético (500) descrito no presente documento é preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 5 milímetros, mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 2,5 mm e ainda mais preferentemente entre cerca de 0 e cerca de 1 mm.

[00129] O conjunto magnético (x00) descrito no presente documento pode compreender ainda uma placa magnetizada (x80) que compreende um ou mais relevos de superfície, gravuras e/ou recortes que representam um ou mais indícios, em que a dita placa magnetizada (x80) está disposta no topo do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) voltada, assim, para o substrato (x20) (veja-se a Fig. 12). Conforme utilizado no presente documento, o termo "indícios" deve

significar concepções e padrões, incluindo, sem limitação, símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, letras, palavras, números, logotipos e desenhos. O um ou mais relevos de superfície, gravações e/ou recortes da placa magnetizada (x80) carregam os indícios são transferidos para a OEL em seu estado não curado, modificando localmente o campo magnético gerado pelo conjunto magnético (x00) descrito no presente documento. Vantajosamente, a placa magnetizada (x80) pode ser compreendida na superfície superior da tampa em forma de cúpula (x02) descrita no presente documento.

[00130] Exemplos adequados de placas magnetizadas (x80) compreendendo um ou mais relevos de superfície, gravuras e/ou recortes descritos no presente documento para a presente invenção podem ser encontrados nos documentos WO 2005/002866 A1, WO 2008/046702 A1 e WO 2008/139373 A1.

[00131] A placa magnetizada (x80) descrita no presente documento tem um comprimento L11. Para formas de realização que compreendem uma placa magnetizada em forma de quadrado (x80), o comprimento L11 descrito no presente documento refere-se e corresponde à largura da dita placa magnetizada.

[00132] A placa magnetizada (x80) pode ser disposta simetricamente ou não simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento, o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), a peça polar plana (x50) descrita no presente documento e a placa não magnética (x60) descrita no presente documento, quando presentes. Preferentemente e por razões de equilíbrio mecânico, a placa magnetizada (x80) está disposta simetricamente com o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) descrito no presente documento, o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), a peça polar plana (x50) descrita no presente documento, a placa não magnética (x60) descrita no presente documento,

quando presente, e a segunda peça polar plana (x70) descrita no presente documento, quando presentes.

[00133] A placa magnetizada (x80) compreendendo uma ou mais gravações e/ou recortes descritos no presente documentos pode ser feita de qualquer material magnético permanente mecanicamente trabalhável, como materiais compostos magnéticos permanentes, compreendendo um pó magnético permanente em uma matriz de metal ou polímero maleável. Preferentemente, a placa magnetizada (x80) descrita no presente documento é uma placa ligada por polímero de material magnético, ou seja, uma placa magnetizada (x80) feita de um material composto que compreende um polímero. O polímero (por exemplo, borracha ou polímero semelhante ao plástico) atua como um aglutinante estrutural e o material em pó magnético permanente atua como um extensor ou enchimento. Placas magnetizadas feitas de um material compósito que compreende um polímero e um material em pó magnético permanente combinam vantajosamente as propriedades magnéticas desejáveis (alta coercividade) da ferrita de outra forma frágil e não bem trabalhável, Alnico, terras raras ou ainda outros ímãs com as propriedades mecânicas desejáveis (flexibilidade, habilidade da máquina, resistência ao choque) de um metal maleável ou de um material plástico.

[00134] Os polímeros preferidos incluem materiais flexíveis do tipo borracha, como borrachas de nitrilo, borrachas de hidrocarbonetos EPDM, poliisoprenos, poliamidas (PA), sulfuretos de polifenileno (PPS) e polietilenos clorossulfonados.

[00135] Os materiais em pó magnético permanente preferidos incluem cobalto, ferro e suas ligas, dióxido de crômio, espinelas de óxido magnético genérico, granadas magnéticas genéricas, ferritas magnéticas genéricas, incluindo as hexaferritas, como hexaferrita de cálcio, estrôncio e de bário (CaFe₁₂O₁₉, SrFe₁₂O₁₉, BaFe₁₂O₁₉, respectivamente), ligas de alnico genéricas, ligas genéricas de samário-cobalto (SmCo) e ligas

genéricas de terra-rara-ferro-boro (como NdFeB), bem como os derivados químicos magnéticos permanentes dos mesmos (tais como indicados pelo termo genérico) e misturas dos mesmos. As placas feitas de um material composto que compreende um polímero e um pó magnético permanente podem ser obtidas a partir de muitas fontes diferentes, como do Grupo ARNOLD (Plastiform®) ou da Materiali Magnetici, Albairate, Milano, IT (Plastoferrite).

[00136] A placa magnetizada (x80) descrita no presente documento, em particular, a placa magnetizada (x80) feita do material compósito que compreende o polímero e o material em pó magnético permanente descrito no presente documento, podem ser obtidos em qualquer tamanho e forma desejados, por exemplo, como placas finas e flexíveis que podem ser dobradas e trabalhadas mecanicamente, por exemplo, corte no tamanho ou forma, usando ferramentas e máquinas de ablação mecânica comumente disponíveis, bem como ablação por jato de ar ou líquido, ou ferramentas de ablação a laser.

[00137] As uma ou mais gravações de superfície e/ou recortes da placa magnetizada (x80) descrita no presente documentos, em particular, a placa magnetizada (x80) feita do material compósito que compreende o polímero e o material em pó magnético permanente descrito no presente documento, pode ser produzida por quaisquer métodos de corte ou gravação conhecidos na técnica, incluindo, sem limitação, ferramentas de fundição, moldagem, gravação manual ou ablação selecionadas a partir do grupo que consiste em ferramentas de ablação mecânicas (incluindo ferramentas de gravação controladas por computador), ferramentas de ablação por jato de gás ou líquido, por corrosão química, gravura eletroquímica e ferramentas de ablação a laser (por exemplo, CO²-, Nd-YAG ou lasers excimer). . Como é entendido pelo perito na especialidade e descrito no presente documento, a placa magnetizada (x80) descrita no presente documento, em particular, a placa magnetizada (x80) feita do

material compósito que compreende o polímero e o material em pó magnético permanente descrito no presente documento, também pode ser cortada ou moldada num determinado tamanho e forma, ao invés de gravado. Podem ser feitos furos nela ou as peças cortadas podem ser montadas num suporte.

[00138] As uma ou mais gravações e recortes da placa magnetizada (x80), em particular a placa magnetizada (x80) feita do material compósito que compreende o polímero e o material em pó magnético permanente descrito no presente documento, podem ser preenchidas com um polímero, que pode conter enchimentos. O dito enchimento pode ser um material magnético macio, para modificar o fluxo magnético nas localizações de uma ou mais gravações/recortes, ou pode ser qualquer outro tipo de material magnético ou não magnético, para modificar as propriedades do campo magnético ou simplesmente para produzir uma superfície lisa. A placa magnetizada (x80), em particular, a placa magnetizada (x80) feita do material compósito que compreende o polímero e o material em pó magnético permanente descrito no presente documento, pode, adicionalmente, ter sua superfície tratada para facilitar o contato com o substrato, reduzindo o atrito e/ou desgaste e/ou carga eletrostática numa aplicação de impressão de alta velocidade.

[00139] Preferentemente, a placa magnetizada (x80) descrita no presente documento é feita do material compósito que compreende o polímero e o material em pó magnético permanente descrito no presente documento, preferentemente feito de plastoferrite e compreende uma ou mais gravuras. A placa de plastoferrite é gravada com um padrão de alta resolução desejado tendo a forma de indícios, usando uma ferramenta de gravação mecânica, ou, preferentemente, usando uma ferramenta de gravação a laser CO²-Nd-YAG automatizada.

[00140] A placa magnetizada (x80) descrita no presente documento feita do material compósito que compreende o polímero e o

material em pó magnético permanente descrito no presente documento, preferentemente feita de plastoferrite pode ser fornecida como uma placa preformada e uma ou mais gravuras e, posteriormente, aplicar irregularidades superficiais que representam os sinais de acordo com os requisitos específicos de utilização.

[00141] De acordo com uma forma de realização, o conjunto magnético (x00) descrito no presente documento compreende o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30), o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) descrito no presente documento, a peça polar plana (x50) descrita no presente documento, a placa não magnética (x60) descrita no presente documento e a placa magnetizada (x80) descrita no presente documento.

[00142] De acordo com uma forma de realização mostrada na Fig. 12, o conjunto magnético (600) descrito no presente documento, o conjunto magnético (600) descrito no presente documento compreende a) o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (630), em particular, o primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (630), descrito no presente documento, b) o segundo dispositivo de geração de campo magnético (640), preferentemente o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (640), descrito no presente documento, c) a peça polar plana (650), preferentemente a peça polar plana em forma de quadrado (650), descrito no presente documento, d) a placa não magnética (660), preferentemente a placa não magnética em forma de quadrado (660), descrito no presente documento, e e) a placa magnetizada (680), preferentemente a placa magnetizada em forma de quadrado (680), descrita no presente documento; em que o primeiro e o segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (630, 640) têm seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular ao substrato (620) e têm seu polo norte apontando para o substrato (620); a placa magnetizada (680), preferentemente a placa

magnetizada em forma de quadrado (680), descrita no presente documento; em que o diâmetro (L1) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (630) é menor do que o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (640), o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (630) é menor do que a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (650), a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (660) é a mesma que a largura (L7) da placa não magnética em forma de quadrado (660) e a largura (L11) da placa magnetizada em forma de quadrado (680) é maior do que o diâmetro (L1) do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (630), maior do que o diâmetro (L3) do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (640), maior do que a largura (L5) da peça polar plana em forma de quadrado (650) e maior do que a largura (L7) da placa não magnética em forma de quadrado (660); em que o primeiro dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (630) está em contato direto e está disposto no topo da peça polar plana em forma de quadrado (650); em que a peça polar plana em forma de quadrado (650) está em contato direto e está disposta no topo da placa não magnética em forma de quadrado (660); em que a placa não magnética em forma de quadrado (660) está em contato direto e está disposta no topo do segundo dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (640); em que a placa magnetizada em forma de quadrado (680) está em contato direto e está disposta no topo do primeiro dispositivo gerador de campo magnético em forma de disco (630) e está em contato direto com o substrato (620); e em que a origem do primeiro dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (630), do segundo dispositivo de geração de campo magnético em forma de disco (640), da peça polar plana de forma de quadrado (650), da placa magnetizada em forma de quadrado (680) e da placa não magnética em forma de quadrado (660) estão alinhados.

[00143] Os materiais do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30), os materiais do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), os materiais das peças polares planas (x50), os materiais da placa não magnética opcional (x60), os materiais da segunda peça polar plana opcional (x70), os materiais da placa magnetizada opcional (x80) e as distâncias (A1) e (A2) são selecionados de modo que o campo magnético resultante da interação do campo magnético produzido pelo conjunto magnético (x00) seja adequado para produzir as camadas de efeito ótico descritas no presente documento. O primeiro dispositivo gerador de campo magnético (x30), o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), as peças polares planas (x50), a placa não magnética opcional (x60), a segunda peça polar plana opcional (x70) e a placa magnetizada opcional (x80) podem interatuar de modo que o campo magnético resultante do conjunto magnético (x00) seja capaz de orientar partículas de pigmento magnetizáveis ou magnéticas não esféricas numa composição de revestimento curável por radiação não ainda curada no substrato, que estão dispostos no campo magnético do conjunto magnético para produzir uma impressão ótica de uma lua crescente se movendo e girando ao inclinar o substrato que compreende a camada de efeito ótico (OEL).

[00144] A presente invenção fornece ainda aparelhos de impressão que compreendem um dispositivo de transferência sendo um cilindro magnético giratório, tal como aqueles descritos no presente documento e um ou mais conjuntos magnéticos (x00), tais como aqueles descritos no presente documento, em que os ditos um ou mais conjuntos magnéticos (x00) são montados em ranhuras circunferenciais do cilindro magnético rotativo, bem como conjuntos de impressão que compreendem um dispositivo de transferência sendo uma unidade de impressão plana, como aquelas descritas no presente documento e um ou mais dos conjuntos magnéticos (x00) descritos no presente documento, em que os ditos um ou

mais conjuntos magnéticos (x00) são montados em recessos da unidade de impressão de mesa.

[00145] O cilindro magnético rotativo deve ser usado em, ou em conjunto com, ou fazer parte de um equipamento de impressão ou revestimento, e suportar um ou mais conjuntos magnéticos descritos no presente documento. Numa forma de realização, o cilindro magnético rotativo faz parte de uma impressora industrial rotativa, alimentada por folhas ou alimentada por trama, que opera a alta velocidade de impressão de maneira contínua.

[00146] A unidade de impressão de mesa deve ser usada em, ou em conjunto com, ou fazer parte de um equipamento de impressão ou revestimento, e suportar um ou mais conjuntos magnéticos descritos no presente documento. Numa forma de realização, a unidade de impressão de mesa faz parte de uma impressora industrial alimentada por folhas que opera de maneira descontínua.

[00147] Os aparelhos de impressão que compreendem o cilindro magnético rotativo descrito no presente documento ou a unidade de impressão plana descrita no presente documento podem incluir um alimentador de substrato para alimentar um substrato, tal como aqueles descritos no presente documentos tendo nele uma camada de partículas magnéticas não esféricas ou de pigmentos magnetizáveis descritos no presente documento, de modo que os conjuntos magnéticos geram um campo magnético que atua sobre as partículas de pigmento para orientá-las para formar uma camada de efeito ótico (OEL). Numa forma de realização dos aparelhos de impressão que compreendem um cilindro magnético rotativo descrito no presente documento, o substrato é alimentado pelo alimentador de substrato sob a forma de folhas ou uma trama. Numa forma de realização dos aparelhos de impressão que compreende uma unidade de impressão plana descrita no presente documento, o substrato é alimentado sob a forma de folhas.

[00148] Os aparelhos de impressão que compreendem o cilindro magnético rotativo descrito no presente documento ou a unidade de impressão plana descrita no presente documento podem incluir uma unidade de revestimento ou impressão para aplicar a composição de revestimento curável por radiação compreendendo as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas descritas no presente documento no substrato descrito no presente documento, a composição de revestimento curável por radiação compreendendo partículas de pigmento não esféricas magnéticas ou magnetizáveis que são orientadas pelo campo magnético gerado pelos aparelhos descrito no presente documentos para formar uma camada de efeito ótico (OEL). Numa forma de realização dos aparelhos de impressão que compreendem um cilindro magnético rotativo descrito no presente documento, a unidade de revestimento ou impressão funciona de acordo com um processo rotativo e contínuo. Numa forma de realização dos aparelhos de impressão que compreende uma unidade de impressão plana descrita no presente documento, a unidade de revestimento ou impressão funciona de acordo com um processo longitudinal e descontínuo.

[00149] Os aparelhos de impressão que compreendem o cilindro magnético rotativo descrito no presente documento ou a unidade de impressão de mesa descrita no presente documento podem incluir uma unidade de cura para, pelo menos parcialmente, curar a composição de revestimento curável por radiação compreendendo partículas de pigmento não esféricas magnéticas ou magnetizáveis que foram orientadas magneticamente pelos aparelhos descritos no presente documento, fixando assim a orientação e a posição das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esférico para produzir uma camada de efeito ótico (OEL).

[00150] De acordo com uma forma de realização, e desde que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas sejam partículas de pigmento em forma de plaquetas, o processo para produzir a

camada de efeito ótico (OEL) descrita no presente documento pode ainda compreender uma etapa de expor a composição de revestimento curável por radiação descrita no presente documento a um campo magnético dinâmico de um primeiro dispositivo gerador de campo magnético, de modo a orientar bi-axialmente pelo menos uma parte de as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta, sendo a dita etapa levada a cabo após a etapa i) e antes da etapa ii). Processos que compreendem essa etapa de expor uma composição de revestimento a um campo magnético dinâmico de um primeiro dispositivo gerador de campo magnético, de modo a orientar bidirecionalmente pelo menos uma parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta antes de uma etapa de ainda expor a composição de revestimento a um segundo dispositivo gerador de campo magnético, em particular para o campo magnético do conjunto magnético descrito no presente documento, são divulgados no documento WO 2015/086257 A1. Posteriormente à exposição da composição de revestimento curável por radiação ao campo magnético dinâmico do primeiro dispositivo gerador de campo magnético descrito no presente documento e enquanto a composição de revestimento curável por radiação ainda está húmida ou macia o suficiente para que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas nele pode ser ainda mais movido e girado, as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta são ainda reorientadas pela utilização do aparelho descrito no presente documento.

[00151] Realizar uma orientação biaxial significa que partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas são feitas para se orientar de tal maneira que seus dois eixos principais sejam restringidos. Isto é, cada partícula de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta pode ser considerada como tendo um eixo principal no plano da partícula de pigmento e um eixo menor ortogonal no plano da partícula de pigmento. Os eixos principais e secundários das partículas de

pigmentos magnéticos ou magnetizáveis em forma de plaquetas são orientados de acordo com o campo magnético dinâmico. Efetivamente, isso resulta em partículas de pigmento magnético vizinhas em forma de plaquetas que estão próximas umas das outras no espaço para serem essencialmente paralelas umas às outras. Com a finalidade de executar uma orientação biaxial, as partículas de pigmento magnético em forma de plaquetas devem ser submetidas a um campo magnético externo fortemente dependente do tempo. Colocado de outra forma, a orientação biaxial alinha os planos das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas, de modo que os planos das ditas partículas de pigmento sejam orientados para serem essencialmente paralelos em relação aos planos das partículas (em todas as direções) de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis em forma de plaquetas vizinhas. Numa forma de realização, o eixo principal e o eixo menor perpendicular ao eixo principal descrito acima dos planos das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas são orientados pelo campo magnético dinâmico, de modo que as partículas de pigmento vizinhas (em todas as direções) tenham suas maiores e menores eixos alinhados um com o outro.

[00152] De acordo com uma forma de realização, a etapa de realizar uma orientação biaxial das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas leva a uma orientação magnética em que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas têm seus dois eixos principais substancialmente paralelos à superfície do substrato. Para esse alinhamento, as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas são planarizadas dentro da composição de revestimento curável por radiação no substrato e são orientadas com o eixo X e o eixo Y (mostrados na Figura 1 do documento WO 2015/086257 A1) paralelos à superfície do substrato. De acordo com outra forma de realização, a etapa de transportar uma orientação bi-axial

das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta leva a uma orientação magnética em que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta têm um primeiro eixo dentro do plano X-Y substancialmente paralelo à superfície do substrato e um o segundo eixo sendo substancialmente perpendicular ao referido primeiro eixo em um ângulo de elevação substancialmente diferente de zero em relação à superfície do substrato. De acordo com outra forma de realização, a etapa de transportar uma orientação bi-axial das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta leva a uma orientação magnética em que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta têm seu plano X-Y substancialmente paralelo a uma superfície esferoide imaginária.

[00153] Dispositivos geradores de campo magnético particularmente preferidos para orientação bi-axial das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas são divulgados no documento EP 2 157 141 A1. O dispositivo gerador de campo magnético divulgado no documento EP 2 157 141 A1 fornece um campo magnético dinâmico que muda de direção, forçando as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta a oscilar rapidamente até os dois eixos principais, eixo X e eixo Y, tornam-se substancialmente paralelos à superfície do substrato, isto é, as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas giram até chegarem à formação estável em forma de folha com seus eixos X e Y substancialmente paralelos à superfície do substrato e são planarizados nas ditas duas dimensões.

[00154] Outros dispositivos geradores de campo magnético particularmente preferidos para orientação bi-axial das partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas compreendem matrizes de Halbach de ímã permanente linear, isto é, conjuntos que compreendem uma pluralidade de ímãs com diferentes direções de

magnetização. A descrição detalhada dos ímãs permanentes de Halbach foi dada por Z.Q. Zhu et D. Howe (Halbach permanent magnet machines and applications: a review, *IEE. Proc. Electric Power Appl.*, 2001, 148, p. 299-308). O campo magnético produzido por esse arranjo de Halbach tem as propriedades de estar concentrado em um lado e enfraquecer quase a zero no outro lado. O pedido copendente EP 14195159.0 divulga dispositivos adequados para partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis em forma de plaquetas de orientação bi-axial, em que os ditos dispositivos compreendem um conjunto de cilindro Halbach. Outros dispositivos geradores de campo magnético particularmente preferidos para orientar biaxialmente as partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta são ímãs giratórios, os ditos ímãs compreendendo ímãs giratórios em forma de disco ou conjuntos magnéticos que são essencialmente magnetizados ao longo de seu diâmetro. Ímãs giratórios adequados ou conjuntos magnéticos são descritos no documento US 2007/0172261 A1, os ditos ímãs giratórios ou conjuntos magnéticos geram campos magnéticos variáveis no tempo radialmente simétricos, permitindo a bi-orientação de partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaqueta de uma composição de revestimento ainda não curada ou endurecida. Esses ímãs ou conjuntos magnéticos são acionados por um eixo (ou fuso) conectado a um motor externo. O documento CN 102529326 B divulga exemplos de dispositivos geradores de campo magnético compreendendo ímãs giratórios que podem ser adequados para partículas de pigmento magnético ou magnetizável em forma de plaquetas de orientação bi-axial. Numa forma de realização preferida, dispositivos geradores de campo magnético adequados para orientação biaxial de partículas magnéticas em forma de plaqueta ou de pigmento magnetizável são ímãs giratórios em forma de disco sem eixo ou conjuntos magnéticos restritos em um alojamento feito de não magnético, preferentemente materiais não condutores e são acionados por uma ou mais bobinas de fio

magnético enroladas em torno do alojamento. Exemplos de tais ímãs giratórios em forma de disco sem eixo ou conjuntos magnéticos são divulgados no documento WO 2015/082344 A1 e no Pedido copendente EP 14181939.1.

[00155] O substrato descrito no presente documento é preferentemente selecionado a partir do grupo que consiste em papéis ou outros materiais fibrosos, como celulose, materiais que contêm papel, vidros, metais, cerâmicas, plásticos e polímeros, plásticos ou polímeros metalizados, materiais compósitos e misturas ou combinações dos mesmos. Papel típico, materiais semelhantes a papel ou outros materiais fibrosos são feitos de uma variedade de fibras, incluindo, sem limitação, a abaca, algodão, linho, pasta de madeira e misturas dos mesmos. Como é bem conhecido para os peritos na especialidade, as misturas de algodão e algodão/linho são preferidas para as notas, enquanto a polpa de madeira é comumente usada em documentos de segurança que não são notas. Exemplos típicos de plásticos e polímeros incluem poliolefinas, como polietileno (PE) e polipropileno (PP), poliamidas, poliésteres como poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(tereftalato de 1,4-butileno) (PBT), poli(2,6-naftoato de etileno) (PEN) e cloretos de polivinilo (PVC). Fibras de olefina spunbond, como as vendidas com a marca comercial registada Tyvek[®] também podem ser usadas como substrato. Exemplos típicos de plásticos ou polímeros metalizados incluem os materiais plásticos ou poliméricos descritos acima com um metal disposto continuamente ou descontinuamente em sua superfície. Exemplos típicos de metais incluem, sem limitação, alumínio (Al), crómio (Cr), cobre (Cu), ouro (Au), ferro (Fe), níquel (Ni), prata (Ag), combinações dos mesmos ou ligas de dois ou mais dos metais acima mencionados. A metalização dos materiais plásticos ou poliméricos descritos acima pode ser realizada por um processo de eletrodeposição, um processo de revestimento a alto vácuo ou por um processo de pulverização. Exemplos típicos de materiais compósitos

incluem, sem limitação, estruturas multicamadas ou laminados de papel e pelo menos um material plástico ou polímero, como os descritos acima, bem como fibras plásticas e/ou poliméricas incorporadas em um material semelhante a papel ou fibroso, como os descritos acima. Naturalmente, o substrato pode compreender outros aditivos conhecidos do perito na especialidade, como agentes de dimensionamento, branqueadores, auxiliares de processamento, agentes de reforço ou de fortalecimento húmido, *etc.*. O substrato descrito no presente documento pode ser fornecido sob a forma de uma trama (por exemplo, uma folha contínua dos materiais descritos acima) ou sob a forma de folhas. Caso a OEL produzida de acordo com a presente invenção esteja num documento de segurança e com o objetivo de aumentar ainda mais o nível de segurança e a resistência à falsificação e reprodução ilegal do dito documento de segurança, o substrato pode compreender sinais impressos, revestidos ou marcados a laser ou perfurados a laser, marcas d'água, fios de segurança, fibras, plaquetas, compostos luminescentes, janelas, folhas, decalques e combinações de dois ou mais dos mesmos. Com o mesmo objetivo de aumentar ainda mais o nível de segurança e a resistência à falsificação e reprodução ilegal de documentos de segurança, o substrato pode compreender uma ou mais substâncias marcadoras ou *taggants* e/ou substâncias legíveis por máquina (por exemplo, substâncias luminescentes, substâncias que absorvem UV/visível/IR, substâncias magnéticas e combinações dos mesmos).

[00156] A camada de efeito ótico (OEL) descrita no presente documento pode ser fornecida diretamente num substrato no qual deve permanecer permanentemente (como para aplicações de notas). Em alternativa, uma camada de efeito ótico (OEL) também pode ser fornecida num substrato temporário para fins de produção, do qual a OEL é removida posteriormente. Isso pode, por exemplo, facilitar a produção da OEL, particularmente enquanto o material ligante ainda está em seu estado fluido.

Posteriormente, depois de curar pelo menos parcialmente a composição de revestimento para a produção da OEL, o substrato temporário pode ser removido da OEL.

[00157] Em alternativa, uma camada adesiva pode estar presente no OEL ou pode estar presente no substrato compreendendo uma camada de efeito ótico (OEL), estando a dita camada adesiva no lado do substrato oposto ao lado onde a OEL é fornecida ou no mesmo lado que a OEL e no topo da OEL. Portanto, uma camada adesiva pode ser aplicada à camada de efeito ótico (OEL) ou ao substrato. Esse artigo pode ser anexado a todos os tipos de documentos ou outros artigos ou itens sem impressão ou outros processos que envolvam máquinas e um grande esforço. Em alternativa, o substrato descrito no presente documento compreendendo a OEL descrita no presente documento pode estar na forma de uma folha de transferência, que pode ser aplicada a um documento ou a um artigo numa etapa de transferência separada. Para esta finalidade, o substrato é fornecido com um revestimento de libertação, em que as OEL são produzidas como descrito no presente documento. Uma ou mais camadas adesivas podem ser aplicadas sobre a OEL assim produzida.

[00158] Também são descritos no presente documento substratos compreendendo mais de uma, isto é, duas, três, quatro, etc. camadas de efeito ótico (OEL) obtidas pelo processo descrito no presente documento.

[00159] Também são descritos no presente documento artigos, em documentos de segurança particulares, elementos ou objetos decorativos, compreendendo a camada de efeito ótico (OEL) produzida de acordo com a presente invenção. Os artigos, em documentos de segurança particulares, elementos ou objetos decorativos, podem compreender mais de uma (por exemplo, duas, três, etc.) OELs produzidas de acordo com a presente invenção.

[00160] Conforme mencionado anteriormente no presente documento, a camada de efeito ótico (OEL) produzida de acordo com a

presente invenção pode ser usada para fins decorativos, bem como para proteger e autenticar um documento de segurança. Exemplos típicos de elementos ou objetos decorativos incluem, sem limitação, artigos de luxo, embalagem cosmética, peças automotivas, aparelhos eletrônicos/elétricos, lacas para móveis e unhas.

[00161] Os documentos de segurança incluem, sem limitação, documentos de valor e bens comerciais valiosos. Exemplos típicos de documentos de valor incluem, sem limitação, notas, escrituras, bilhetes, cheques, *vouchers*, selos e etiquetas fiscais, acordos e semelhantes, documentos de identidade, como passaportes, cartões de identidade, vistos, cartas de condução, cartões bancários, cartões de crédito, cartões de transações, cartões ou documentos de acesso, bilhetes de entrada, bilhetes ou títulos de transporte público e semelhantes, preferentemente notas, documentos de identidade, documentos que conferem direitos, cartas de condução e cartões de crédito. O termo "bem comercial de valor" refere-se a materiais de embalagem, em particular para artigos cosméticos, artigos nutracêuticos, artigos farmacêuticos, álcoois, artigos de tabaco, bebidas ou alimentos, artigos elétricos/eletrônicos, tecidos ou joias, ou seja, artigos que devem ser protegidos contra falsificação e/ou reprodução ilegal, com a finalidade de garantir o conteúdo da embalagem, como por exemplo drogas genuínas. Exemplos desses materiais de embalagem incluem, sem limitação, etiquetas, como etiquetas de marca de autenticação, etiquetas e selos de evidência de violação. Salienta-se que os substratos divulgados, documentos de valor e bens comerciais de valor são dados exclusivamente para fins exemplificativos, sem restringir o âmbito da invenção.

[00162] Em alternativa, a camada de efeito ótico (OEL) pode ser produzida num substrato auxiliar, como, por exemplo, um fio de segurança, faixa de segurança, uma folha, um decalque, uma janela ou um rótulo e, conseqüentemente, transferidos para um documento de segurança numa etapa separada.

EXEMPLOS

[00163] Conjuntos magnéticos ilustrados na Fig. 1-12 foram usados para orientar partículas de pigmento magnético óticamente variáveis não esféricas numa camada impressa da tinta de impressão de tela curável por UV descrita no Quadro 1 de modo a produzir camadas de efeito ótico (OELs) mostradas nas Fig. 1B-11. Conjuntos comparativos ilustrados nas Fig. 14 e 16 foram usados para orientar partículas de pigmento magnético óticamente variáveis não esféricas numa camada impressa da tinta de impressão de tela curável por UV descrita no Quadro 1, de modo a produzir camadas de efeito ótico comparativo (OELs) mostradas nas Fig. 15A e 17A.

[00164] A tinta de impressão de tela curável por UV foi aplicada num papel comercial preto (um papel padrão fiduciário BNP 90 g/m², da Papierfabrik Louisenthal, 50 x 50 mm), sendo a referida aplicação realizada por impressão de tela à mão usando uma tela T90 de modo a formar uma camada de revestimento (36 mm x 36 mm) tendo uma espessura de cerca de 20 µm. O substrato que porta a camada aplicada da tinta de impressão de tela curável por UV foi disposto no conjunto magnético. O padrão de orientação magnética assim obtido das partículas de pigmento óticamente variáveis não esféricas foi, parcialmente simultaneamente à etapa de orientação, fixada por cura UV da camada impressa que compreende as partículas de pigmento usando uma lâmpada LED UV da Phoseon (Tipo FireFlex 50 x 75 mm, 395 nm, 8 W/cm²).

Quadro 1. Tinta de impressão de tela curável por UV (composição de revestimento):

Oligómero de epoxiacrilato	28 %
Monómero de triacrilato de trimetilolpropano	19,5 %
Monómero de diacrilato de tripropilenoglicol	20 %
Genorad™ 16 (Rahn)	1 %
Aerosil® 200 (Evonik)	1 %

Speedcure TPO-L (Lambson)	2 %
IRGACURE® 500 (BASF)	6 %
Genocure EPD (Rahn)	2 %
Tego® Foamex N (Evonik)	2 %
Partículas de pigmento magnético opticamente variáveis, não esféricas (7 camadas)(*)	16,5 %

(*) partículas de pigmento magnético opticamente variáveis de ouro para verde tendo uma forma de floco de diâmetro d_{50} cerca de 9 μm e espessura de cerca de 1 μm , obtido da Viavi Solutions, Santa Rosa, CA.

Dispositivos e Materiais

[00165] Os primeiros dispositivos geradores de campo magnético (x30) e os segundos dispositivos geradores de campo magnético (x40) foram feitos de NdFeB N30. Conforme mostrado nas Fig. 1-12, os conjuntos magnéticos (x00) compreendiam independentemente o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), em que o dito primeiro dispositivo gerador de campo magnético (x30) foi disposto no topo do dito segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40) e em que ambos os referidos dispositivos (x30, x40) teve seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (x20) com o polo norte apontando para o substrato (x20).

[00166] Conforme mostrado nas Fig. 1-12, os conjuntos magnéticos (x00) compreendiam independentemente a peça polar plana (x50), em que a dita peça polar plana (x50) foi disposta entre o primeiro dispositivo gerador de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40). As peças polares planas (x50) foram feitas independentemente de ferro.

[00167] Conforme mostrado na Fig. 4, 6, 10 e 12, os conjuntos magnéticos (x00) compreenderam independentemente a placa não magnética (x60), em que a dita placa não magnética (x60) foi disposta entre

o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40). As placas não magnéticas (x60), quando presentes, foram feitas independentemente de POM.

[00168] Conforme mostrado nas Fig. 8-10, os conjuntos magnéticos (x00) compreendiam independentemente a segunda peça polar plana (x70), em que a dita segunda peça polar plana (x70) foi disposta abaixo do segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40) e voltada para o ambiente. As segundas peças polares planas (x70), quando presentes, foram independentemente feitas de ferro.

[00169] A placa magnetizada (x80) compreendendo um indício com a forma de "50" (x80) era feita de plastoferrite (TROMAFLEX® da Max Baermann GmbH, Bergisch Gladbach). A placa magnetizada (x80) foi magnetizada em uma direção perpendicular à superfície do substrato (x20) e, em seguida, gravada numa estação de gravação mecânica controlada por computador com um desenho geométrico (indício "50") tendo uma dimensão de 2,5 mm x 3,0 mm. As gravações da placa magnetizada quadrada (x80) tinham uma profundidade de gravação de cerca de 0,2 mm e uma largura de linha de cerca de 1 mm). Conforme mostrado na Fig. 12, os conjuntos magnéticos (600) compreendiam independentemente a placa magnetizada (680), em que a dita placa magnetizada (680) foi disposta no topo do primeiro dispositivo gerador de campo magnético (630) e abaixo do substrato (620).

[00170] As peças polares não planas (x90) e as peças polares planas (x91), quando presentes, foram independentemente feitas de ferro.

[00171] As dimensões e a forma do primeiro dispositivo gerador de campo magnético (x30), o segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40), a peça polar plana (x50), a placa não magnética (x60), a segunda peça polar plana (x70) e a placa magnetizada (x80) dos Exemplos E1-E13 são fornecidas no Quadro 2. A distância A1 entre a superfície

superior do primeiro dispositivo gerador de campo magnético (x30) e a superfície inferior do substrato (x20) voltada para o conjunto magnético (x00) e a distância A2 entre a superfície superior do segundo campo magnético dispositivo de geração (x40) e a superfície inferior dos primeiros dispositivos de geração de campo magnético (x30) dos Exemplos E1-E13 são fornecidos no Quadro 2.

[00172] As dimensões e a forma do primeiro dispositivo gerador de campo magnético (x30), o segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40), a peça polar plana (x91) e a peça polar não plana (x90) dos Exemplos Comparativos C1-C2 são fornecidos no Quadro 3. A distância A1 entre a superfície superior do primeiro dispositivo gerador de campo magnético (x30) e a superfície inferior do substrato (x20) voltada para o conjunto magnético (x00) e a distância A2 entre a superfície superior do segundo campo magnético - dispositivo de geração (x40) e a superfície inferior do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) dos Exemplos Comparativos C1-C2 são fornecidos no Quadro 3.

[00173] Os suportes (x01) foram usados independentemente para inserir os conjuntos magnéticos (x00) usados para preparar os Exemplos 1-13 (E1-E13) e os Exemplos Comparativos 1-2 (C1-C2). O suporte (101) ilustrado na Fig 2 foi usado para a preparação do Exemplo E3, em que o dito suporte (101) compreendia uma tampa em forma de cúpula (102), um travamento inferior (103), uma cunha não magnética (104) e uma matriz não magnética (141). O suporte (101) tinha um comprimento e uma largura (L21) de cerca de 40 mm, uma espessura central (L19) de cerca de 15,15 mm, uma espessura de borda (L20) de cerca de 14,80 mm. A curvatura (LR) da superfície superior da tampa em forma de cúpula (102) era a de um círculo com um raio (LR) de cerca de 137,5 mm. O travamento inferior (103) do suporte (101) tinha um comprimento e uma largura (L23) de cerca de 32 mm e uma espessura (L22) de cerca de 3 mm. A cunha não magnética (104) tinha um comprimento e uma largura (L25) de cerca de 30

mm e uma espessura (L24) de cerca de 5,8 mm. O suporte (101) ilustrado na Fig 2 compreende ainda uma matriz não magnética (141) que compreende um espaço vazio adequado para receber o segundo dispositivo gerador de campo magnético (140), sendo a dita matriz não magnética (141) uma placa quadrada com um comprimento (L25) de cerca de 30 mm e uma espessura (L4) de cerca de 2 mm e compreendendo um espaço vazio em forma de disco com um diâmetro (L3) de cerca de 20 milímetros. A tampa em forma de cúpula (102) e o travamento inferior (103) do suporte (101) eram feitos de sulfeto de polifenileno (PPS). A cunha não magnética (104) e a matriz não magnética (141) foram feitas independentemente de POM.

[00174] Os Exemplos 1-13 (E1-E13) e os Exemplos Comparativos 1-2 (C11-C2) foram preparados independentemente com os conjuntos magnéticos (x00) encerrados em suportes (x01) com as mesmas dimensões externas que o suporte (101) descrito acima para Exemplo 3 (E3). A espessura da cunha (x04) foi adaptada para variar a distância (A1) e a matriz não magnética (x41) foi adaptada para se ajustar ao segundo dispositivo gerador de campo magnético (x40).

[00175] A OEL resultante (x10) produzida com o conjunto magnético (x00) ilustrado nas Fig. 1-12 são mostrados na Fig. 3A-13A em diferentes ângulos de visão inclinando o substrato (x20) entre -30° e $+30^\circ$ e a descrição da impressão ótica das ditas OELs é fornecida no Quadro 2.

[00176] A OEL comparativa resultante produzida com o conjunto magnético ilustrado na Fig. 14-16 é mostrado na Fig. 15A-17A em diferentes ângulos de visão inclinando o substrato entre -30° e $+30^\circ$ e a descrição da impressão ótica das ditas OELs é fornecida no Quadro 3.

Quadro 2

Fig.	x30 L1 X L2 [mm]	x40 L3 X L4 [mm]	x50 L5 X L6 [mm]	x60 L7 X L8 [mm]	x70 L9 X L10 [mm]	x80 L11 X L12 [mm]	A1 [mm]	A2 [mm]	Impressão ótica do OEL pela inclinação do substrato (x20) entre -30° e +30°
E1	1	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 6			0,35	6 (L6)	Fig. 3A: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E2	1	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1			0	1 (L6)	Fig. 3B: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E3	1	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1			0,35	1 (L6)	Fig. 3C: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E4	1	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1			1,35	1 (L6)	Fig. 3D: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E5	1	quadrado 5 x 2	quadrado 15 x 3	quadrado 30 x 1			0	1 (L6)	Fig. 3E: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E6	4	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1	quadrado 30 x 1		0,35	2 (L6 + L8)	Fig. 5A: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E7	4	disco 5 x 3	disco 9 x 5	disco 30 x 2	quadrado 30 x 1		0,35	3 (L6 + L8)	Fig. 5B: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E8	4	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1	quadrado 30 x 6		0,35	7 (L6 + L8)	Fig. 5C: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E9	6	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1	quadrado 30 x 1		0,35	2 (L6 + L8)	Fig. 7A: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E10	6	dis 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1	quadrado 30 x 6		0,35	7 (L6 + L8)	Fig. 7B: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura
E11	8	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1		quadrado 30 x 1	0,35	1 (L6)	Fig. 9A: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma área circular escura

E12	10	disco 5 x 3	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1	quadrado 30 x 3	quadrado 30 x 1	0,35	4 (L6 + L8)	area circular escura Fig. 11A: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma area circular escura
E13	12	disco 5 x 2	disco 20 x 2	quadrado 30 x 1	quadrado 30 x 1	quadrado 38 x 0,9	0,90 (L12)	2 (L6 + L8)	Fig. 13A: efeito de lua crescente em movimento e rotação em torno de uma area circular escura

Quadro 3

Fig.	x30 L1 X L2	x40 L3 X L4	x90 L13 X L14 L15 X L16	x91 L17 X L18	A1	A2	Impressão ótica do OEL pela inclinação do substrato (x20) entre -30° e +30°
C1	[mm] disco 5 x 3	[mm] disco 20 x 2	[mm] disco 10 x 2 8 x 1	[mm] disco 30 x 2	[mm] 0	[mm] 0	Fig. 15A: efeito móvel em forma de anel único
C2	disco 6 x 1	disco 6 x 1	disco 6 x 1	disco 30 x 2	0	1	Fig. 17A: efeito em forma de anel duplo móvel

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de uma camada de efeito ótico (OEL) (x10) num substrato (x20), o dito processo **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

i) aplicar numa superfície de substrato (x20) uma composição de revestimento curável por radiação, que compreende partículas de pigmentos magnéticos ou magnetizáveis não esféricas, a dita composição de revestimento curável por radiação estando num primeiro estado, sendo o dito primeiro estado um estado líquido;

ii) expor a composição de revestimento curável por radiação a um campo magnético de um conjunto magnético (x00) compreendendo:

a) um primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) tendo seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (x20) e comprimento L1;

b) um segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) tendo seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (x20) e um comprimento L3; e

c) uma peça polar plana (x50) sem quaisquer saliências ou projeções que se estendam para fora da superfície da dita peça polar e tendo um comprimento L5,

em que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) têm uma mesma direção de campo magnético;

em que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) está voltado para o substrato (x20) e está disposto no topo da peça polar (x50);

em que o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) está voltado para o ambiente e está disposto abaixo da peça polar plana (x50);

em que o comprimento L1 do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) é menor do que o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40);

em que o comprimento L1 do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) é menor do que o comprimento L5 da peça polar plana (x50);
e

em que o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) é menor do que o comprimento L5 da peça polar (x50),

de modo a orientar pelo menos uma parte das partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas; e

iii) curar pelo menos parcialmente a composição de revestimento curável por radiação da etapa ii) para um segundo estado, a fim de fixar as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas em suas posições e orientações adotadas,

em que a camada de efeito ótico fornece uma impressão ótica de uma lua crescente se movendo e girando ao inclinar o substrato que compreende a camada de efeito ótico (OEL).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o conjunto magnético (x00) compreende ainda uma placa não magnética (x60), preferencialmente feita de polioximetileno (POM).

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o conjunto magnético (x00) compreende ainda uma segunda peça polar plana (x70) tendo um comprimento L9, em que a dita segunda peça polar está disposta abaixo do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) voltada, assim, para o ambiente.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o conjunto magnético (x00) compreende ainda uma placa magnetizada (x80) que compreende uma ou mais gravações e/ou recortes que representam um ou mais indícios,

em que a dita placa magnetizada (x80) é preferentemente feita de um material compósito que compreende um polímero e um material em pó magnético permanente; e

em que a placa magnetizada (x80) está disposta no topo do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30), assim, voltada para o substrato (x20).

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que a peça polar plana (x50) é feita de ferro.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) são dispositivos de geração de campo magnético em forma de disco, e seus comprimentos L1 e L3 correspondem ao seu diâmetro ou são dispositivos de geração de campo magnético em forma de quadrado e seus comprimentos L1 e L3 correspondem à sua largura.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que as partículas de pigmento magnético ou magnetizável não esféricas são selecionadas a partir do grupo que consiste em pigmentos de interferência de película fina magnética, pigmentos magnéticos de cristal líquido colestérico e misturas dos mesmos.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que a etapa iii) é levada a cabo parcial e simultaneamente com a etapa ii).

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado** pelo fato de que as partículas magnéticas ou magnetizáveis não esféricas são partículas de pigmento em forma de plaquetas, em que o dito processo compreende ainda uma etapa de expor a composição de revestimento curável por radiação a um campo magnético dinâmico de um primeiro dispositivo gerador de campo magnético, de modo a orientar bi-axialmente pelo menos uma parte das partículas de pigmento magnético ou

magnetizável em forma de plaqueta, sendo a dita etapa levada a cabo após a etapa i) e antes da etapa ii).

10. Camada de efeito ótico (OEL) (x10), **caracterizada** pelo fato de ser produzida pelo processo conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9.

11. Documento de segurança, elemento decorativo ou objeto, **caracterizado** pelo fato de que compreende uma ou mais camadas de efeito ótico (OEL) conforme definida na reivindicação 10.

12. Conjunto magnético (x00) para produzir uma camada de efeito ótico (OEL) (x10) num substrato (x20), a dita OEL fornecendo uma impressão de um elemento em forma de lua crescente se movendo ou girando ao inclinar a camada de efeito ótico (OEL) e compreendendo partículas de pigmento magnetizáveis ou magnéticas não esféricas orientadas numa composição de revestimento curável por radiação curada, o dito conjunto magnético (x00) **caracterizado** pelo fato de que compreende:

a) um primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) tendo seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (x20) e um comprimento L1;

b) um segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) tendo seu eixo magnético Norte-Sul substancialmente perpendicular à superfície do substrato (x20) e um comprimento L3; e

c) uma peça polar plana (x50) sem quaisquer saliências ou projeções que se estendam para fora da superfície da dita peça polar e tendo um comprimento L5,

em que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) e o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) têm uma mesma direção de campo magnético;

em que o primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) está voltado para o substrato (x20) e está disposto no topo da peça polar (x50);

em que o segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) está voltado para o ambiente e está disposto abaixo da peça polar (x50);

em que o comprimento 1 do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) é menor do que o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40);

em que o comprimento L1 do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) é menor do que o comprimento L5 da peça polar (x50); e

em que o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) é menor do que o comprimento L5 da peça polar (x50).

13. Conjunto magnético (x00), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda uma placa não magnética (x60) e/ou

uma segunda peça polar plana (x70) tendo um comprimento L9, em que a dita segunda peça polar está disposta abaixo do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40), assim de frente para o ambiente, e em que o comprimento L1 do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) é menor do que o comprimento L9 da dita segunda peça polar (x70) e o comprimento L3 do segundo dispositivo de geração de campo magnético (x40) é menor do que o comprimento L9 da dita segunda peça polar (x70) e/ou

uma placa magnetizada (x80) compreendendo uma ou mais gravuras e/ou recortes que representam um ou mais indícios, em que a dita placa magnetizada (x80) é preferencialmente feita de um material compósito compreendendo um polímero e um material magnético permanente em pó, e em que a placa magnetizada (x80) está disposta no topo do primeiro dispositivo de geração de campo magnético (x30) voltado, assim, para o substrato (x20).

14. Conjunto magnético (x00), de acordo com a reivindicação 12 ou 13, **caracterizado** pelo fato de que está disposto num suporte (x01) montado

num dispositivo de transferência sendo de preferência um cilindro magnético giratório.

15. Aparelho de impressão, **caracterizado** pelo fato de que compreende um cilindro magnético rotativo compreendendo pelo menos um dos conjuntos magnéticos (x00) conforme definidos em qualquer uma das reivindicações 12 a 14, ou uma unidade de impressão plana compreendendo pelo menos um dos conjuntos magnéticos (x30) conforme definidos em qualquer uma das reivindicações 12 a 14.

Fig. 1

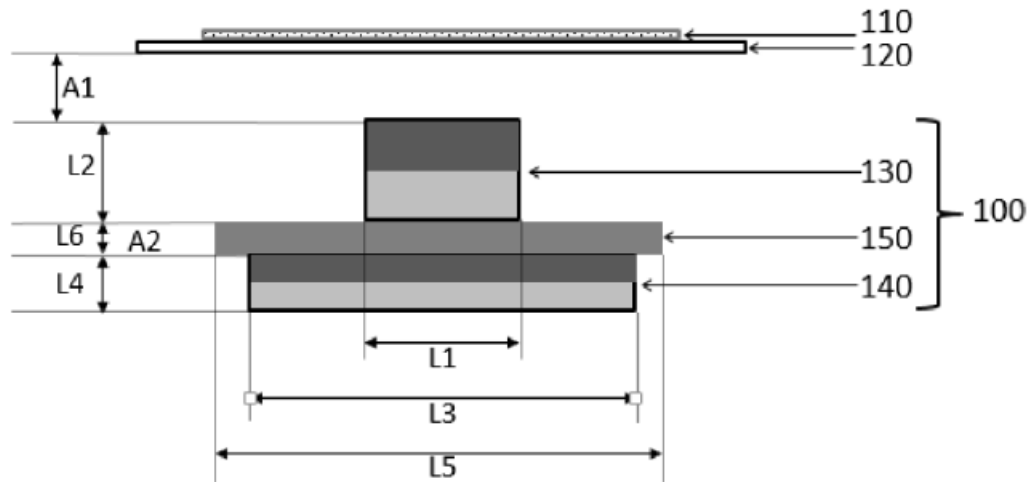


Fig. 2

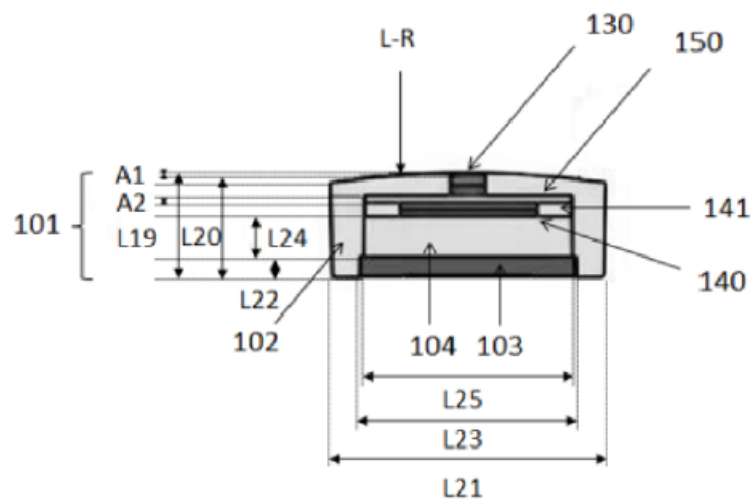


Fig. 3

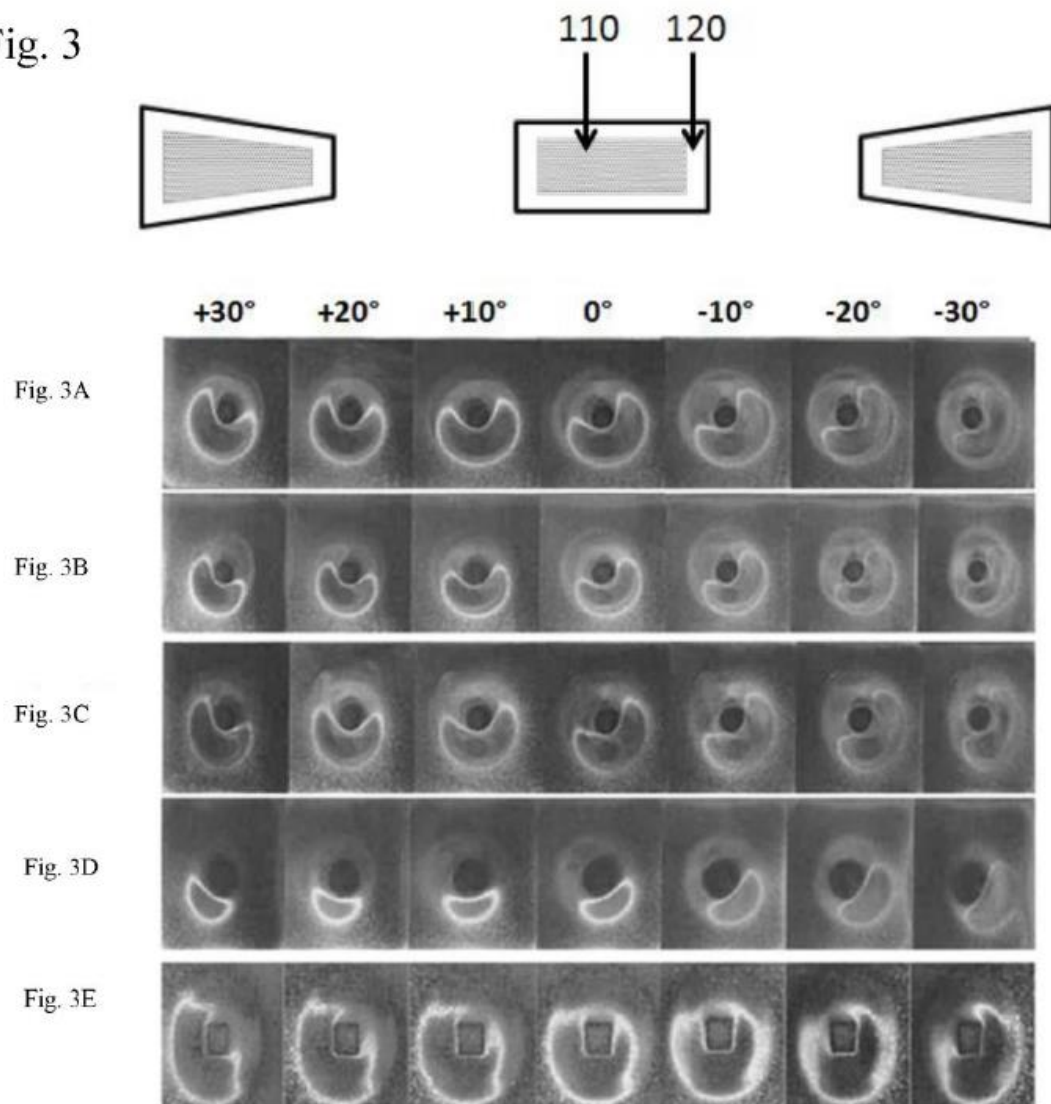


Fig. 4

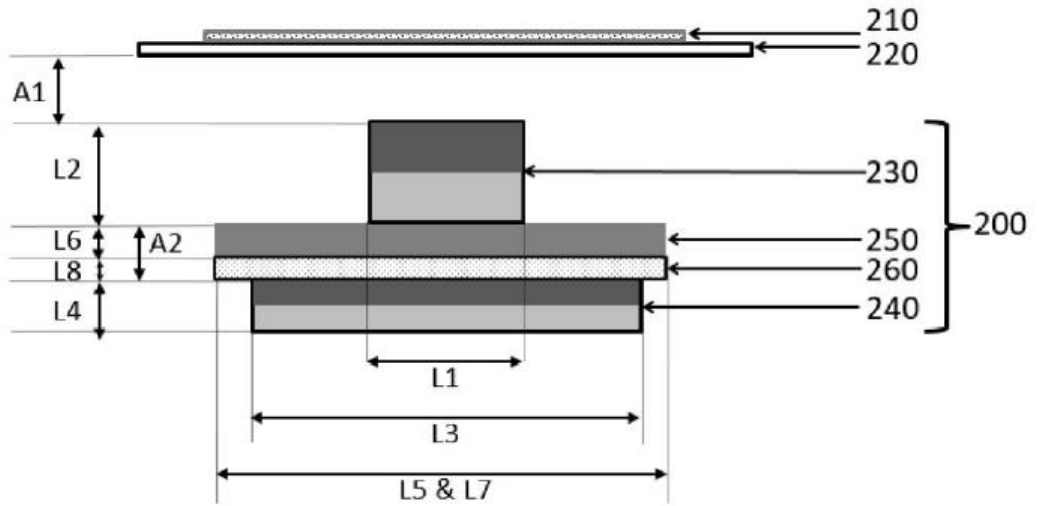


Fig. 5

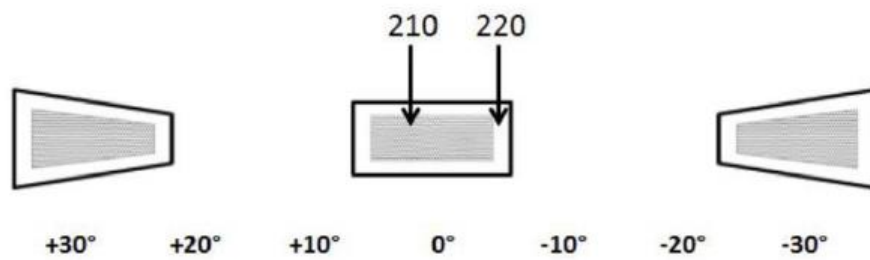


Fig. 5A

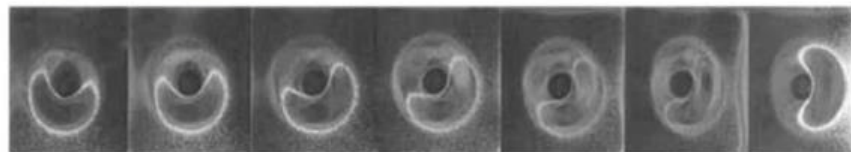


Fig. 5B

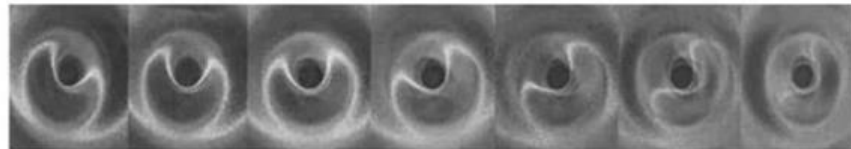


Fig. 5C

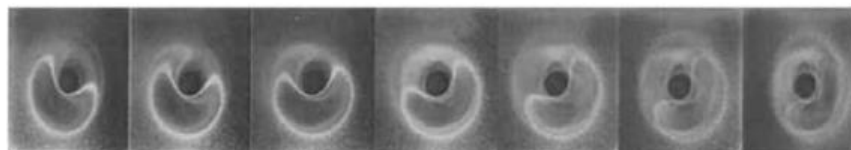


Fig. 6

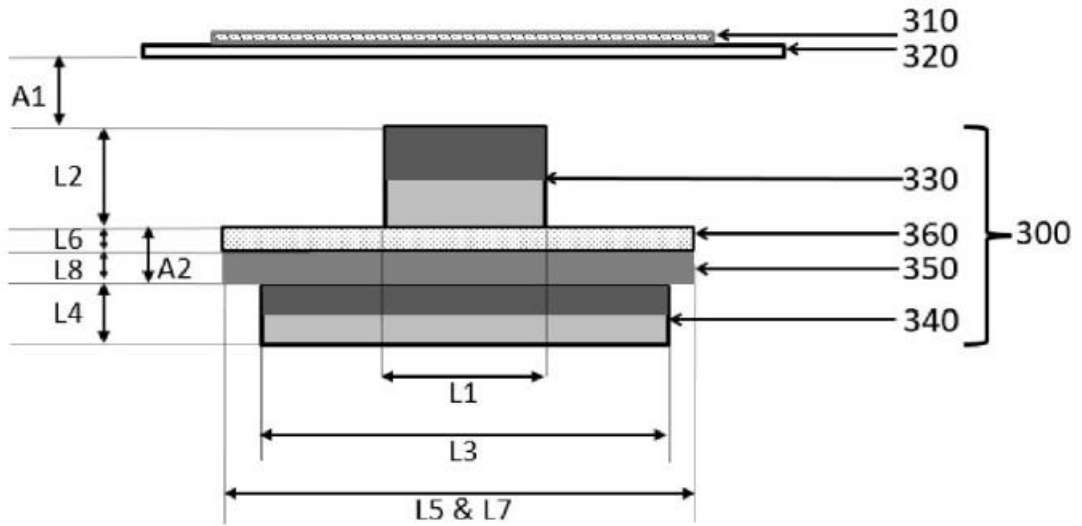
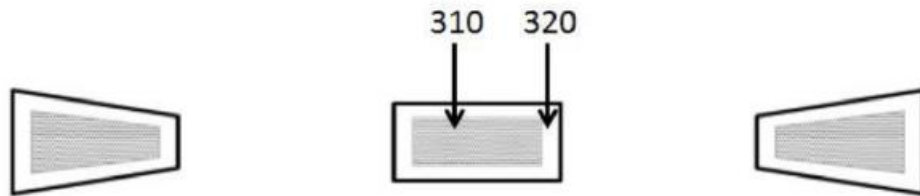


Fig. 7



+30° +20° +10° 0° -10° -20° -30°

Fig. 7A

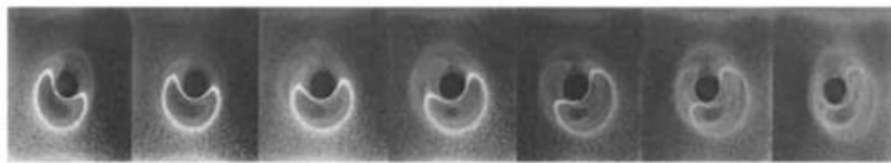


Fig. 7B

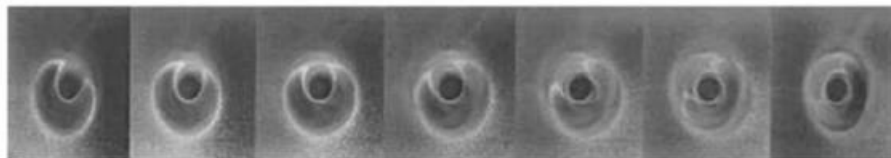


Fig. 8

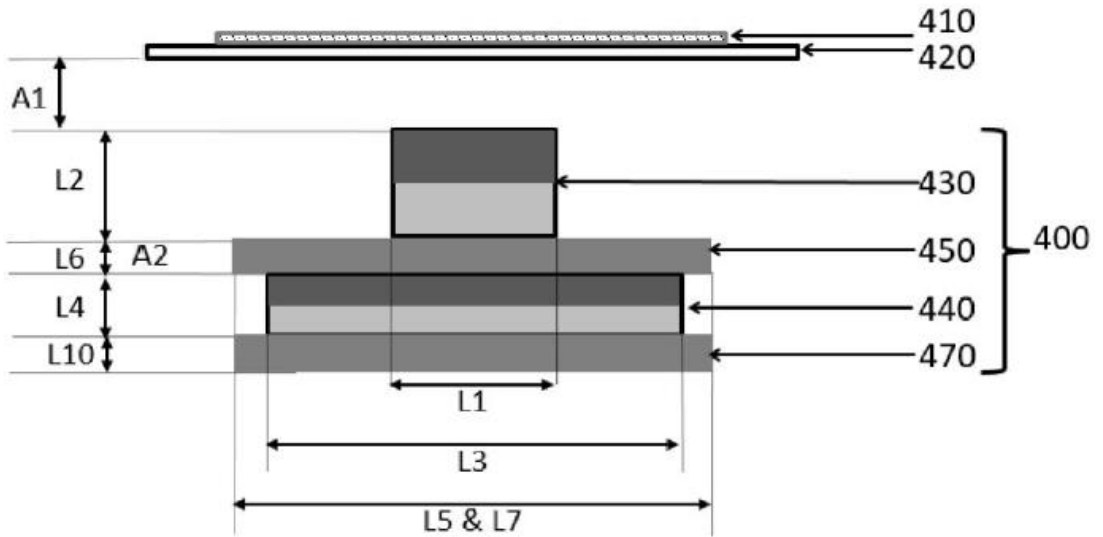


Fig. 9

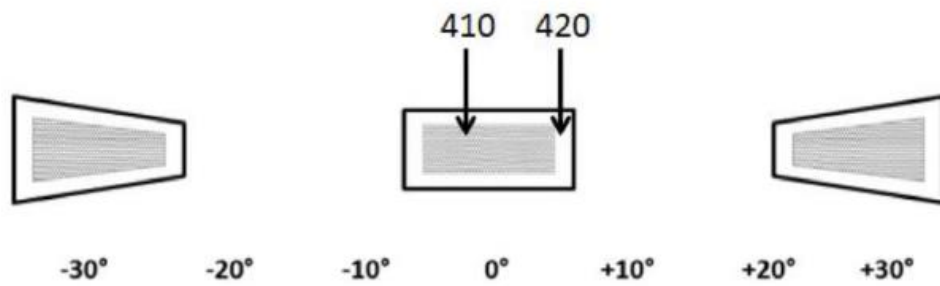


Fig. 9A



Fig. 10

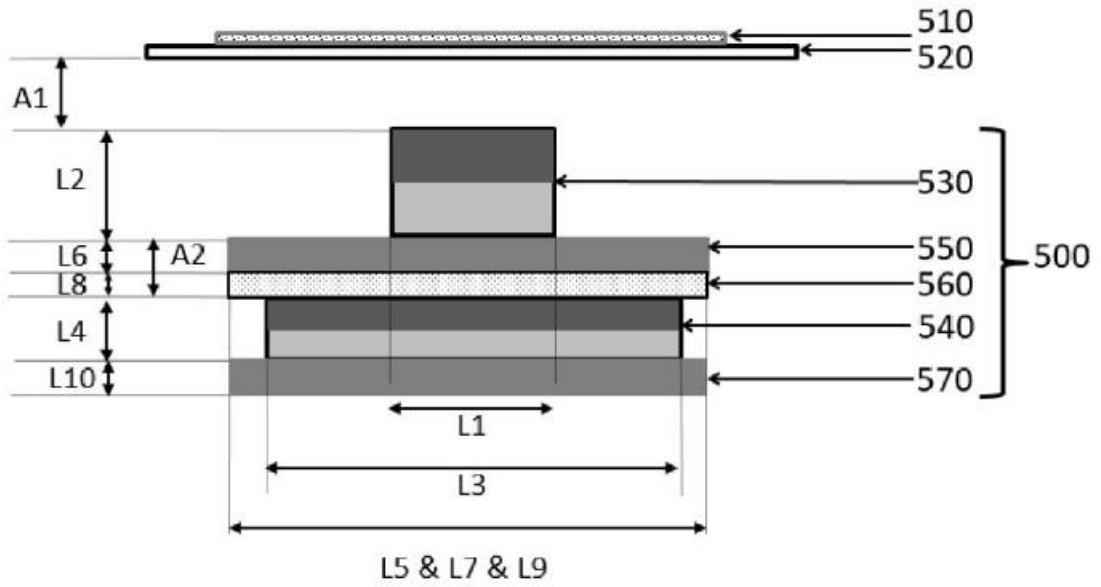


Fig. 11

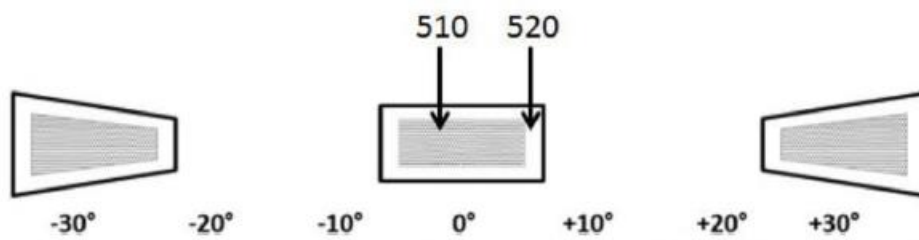


Fig. 11A

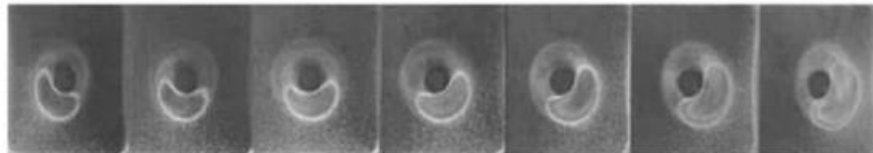


Fig. 12

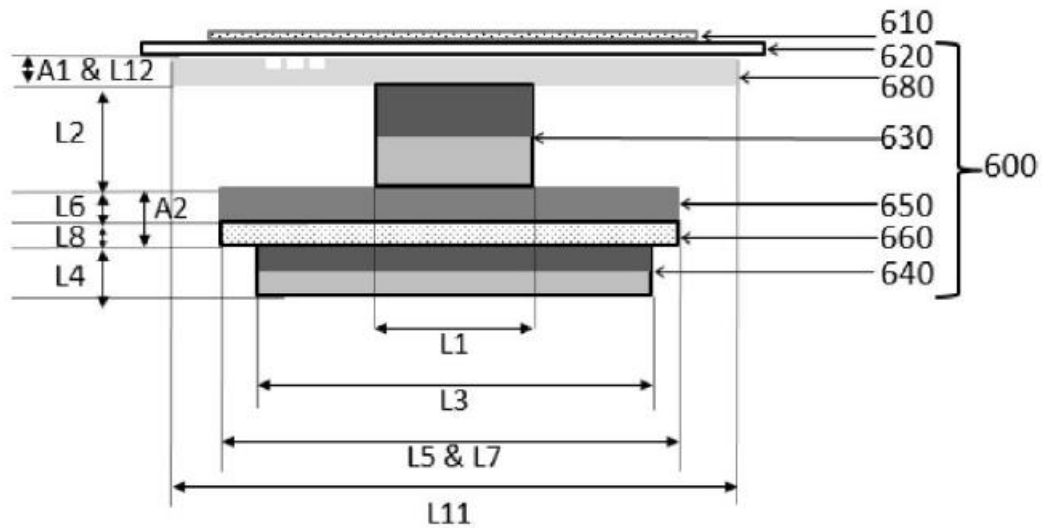


Fig. 13

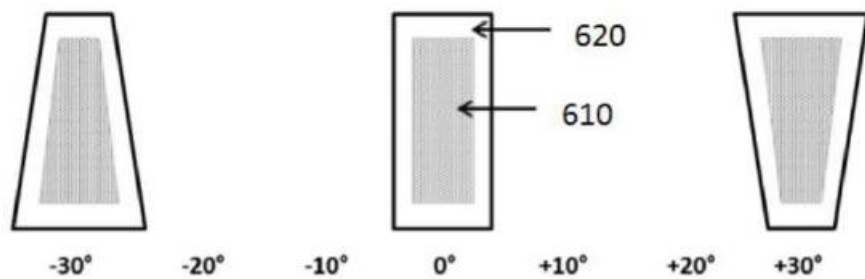


Fig. 13A

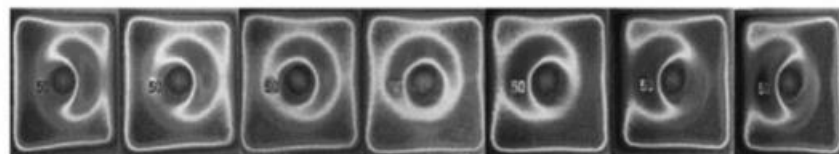


Fig. 14

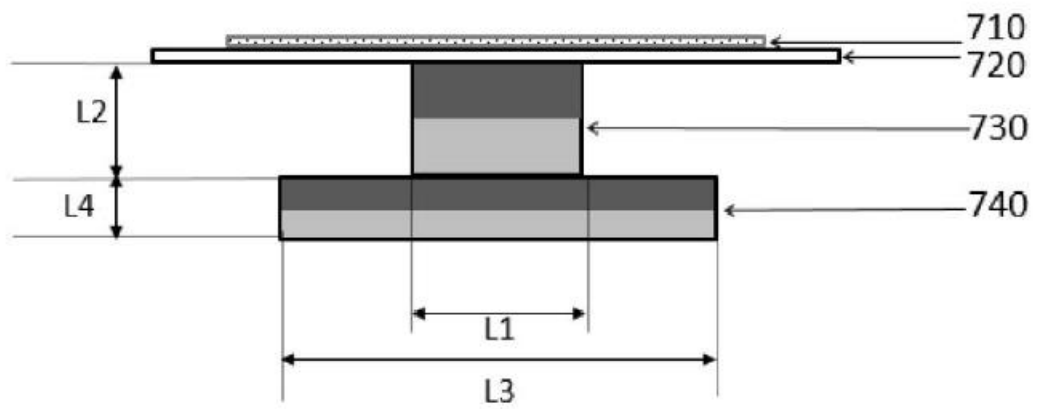


Fig. 15

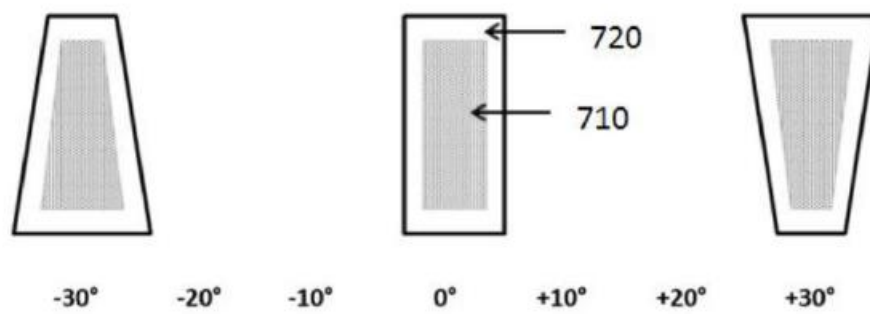


Fig. 15A

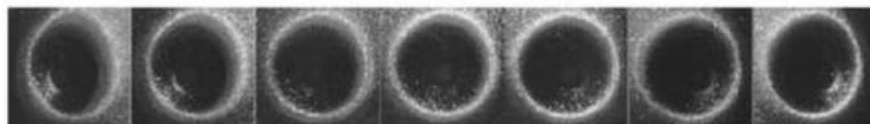


Fig. 16

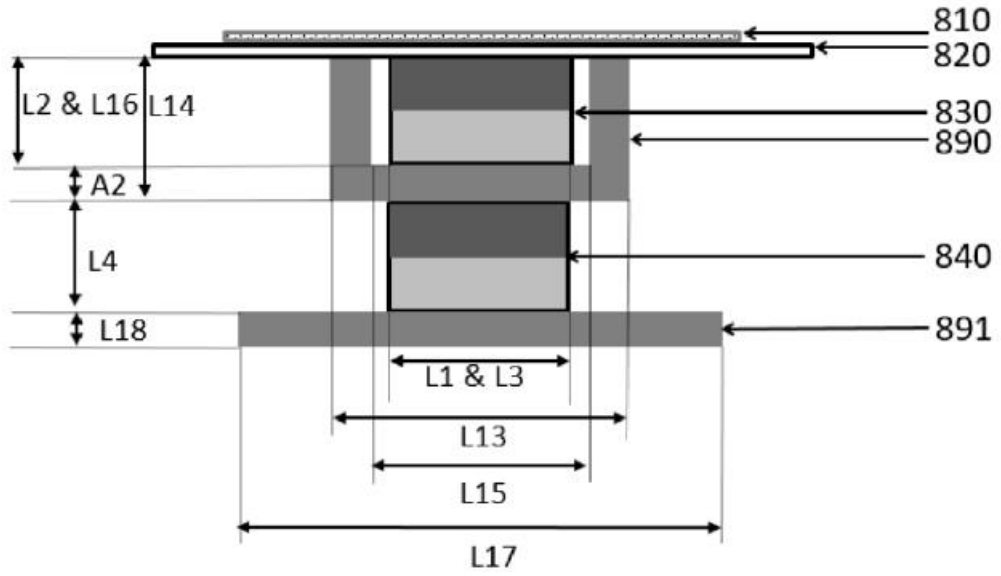


Fig. 17

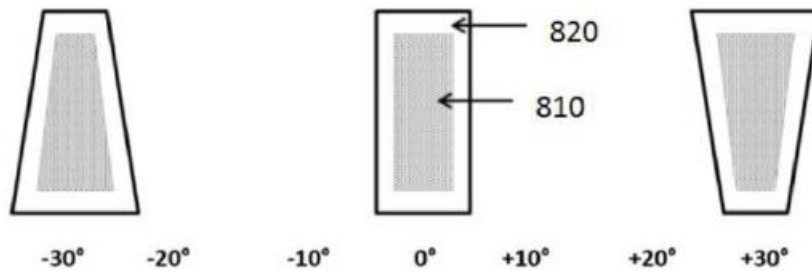
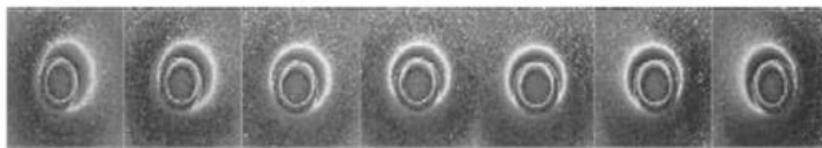


Fig. 17A



RESUMO

**CONJUNTOS MAGNÉTICOS, APARELHOS E PROCESSOS
MAGNÉTICOS PARA A PRODUÇÃO DE CAMADAS DE EFEITO ÓTICO
QUE COMPREENDEM PARTÍCULAS DE PIGMENTOS MAGNETIZÁVEIS
OU MAGNÉTICOS NÃO ESFÉRICAS ORIENTADAS**

A presente invenção refere-se ao campo de conjuntos magnéticos, aparelhos e processos magnéticos para a produção de camadas de efeito ótico (OEL) compreendendo partículas de pigmento magnéticas ou magnetizáveis não esféricas magneticamente orientadas num substrato e fornecendo uma impressão de um elemento em forma de lua crescente movendo ou girando ao inclinar a camada de efeito ótico (OEL). Em particular, a presente invenção refere-se a conjuntos magnéticos, aparelhos e processos magnéticos para produzir as ditas OELs como meios anti-falsificação em documentos ou artigos de segurança ou para fins decorativos.