

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organização Mundial da Propriedade Intelectual  
Secretaria Internacional



(10) Número de Publicação Internacional  
**WO 2020/046155 A1**

(43) Data de Publicação Internacional  
05 de Março de 2020 (05.03.2020)

(51) Classificação Internacional de Patentes:  
*G06Q 30/00* (2012.01) *G06K 9/00* (2006.01)  
*B41M 5/24* (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional:  
PCT/PT2019/050031

(22) Data do Depósito Internacional:  
30 de Agosto de 2019 (30.08.2019)

(25) Língua de Depósito Internacional: Português

(26) Língua de Publicação: Português

(30) Dados Relativos à Prioridade:  
111116 31 de Agosto de 2018 (31.08.2018) PT

(71) Requerentes: **IMPrensa Nacional-Casa da Moeda, SA** [PT/PT]; Av. António José de Almeida,

1000-042 Lisboa (PT). **UNIVERSIDADE DE COIMBRA** [PT/PT]; Paço das Escolas, 3004-531 Coimbra (PT).

(72) Inventores: **MENDONÇA DA SILVA GONÇALVES, Nuno Miguel**; Rua dos Soeiros, 309, 3º ESQ, 1500-580 Coimbra (PT). **DIAS BARATA, Ricardo Jorge**; Rua da Escola Nova, N° 67 3º Frente, 3045-057 Coimbra (PT). **MORAES VALLE CRUZ, Leandro**; Rua Fonte do Bispo N° 136 8º F, 3030-243 Coimbra (PT). **SANTOS PATRÃO, Bruno André**; Rua Alto de S. João N° 37 1º DIREITO, 3030-001 Coimbra (PT).

(74) Mandatário: **INVENTA INTERNATIONAL S.A.**; Alameda dos Oceanos, 41, K21 Parque das Nações, 1990-207 Lisbon (PT).

(81) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,

(54) Title: METHOD FOR ENHANCING THE SECURITY LEVEL OF AN OBJECT BY MEANS OF A DETERMINISTIC DESIGN, OBJECT WITH ENHANCED SECURITY LEVEL AND METHOD, COMPUTING DEVICE, COMPUTER PROGRAMS, READING MEANS AND APPARATUS ADAPTED FOR THE PREPARATION OF THE OBJECT

(54) Título: MÉTODO PARA A INTENSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE SEGURANÇA DE UM OBJETO POR MEIO DE UM DESENHO DETERMINÍSTICO, OBJETO COM NÍVEL DE SEGURANÇA INTENSIFICADO E O MÉTODO, APARELHO COMPUTACIONAL, PROGRAMAS DE COMPUTADOR, MEIOS DE LEITURA E APARATO ADAPTADOS PARA A PREPARAÇÃO DO OBJETO

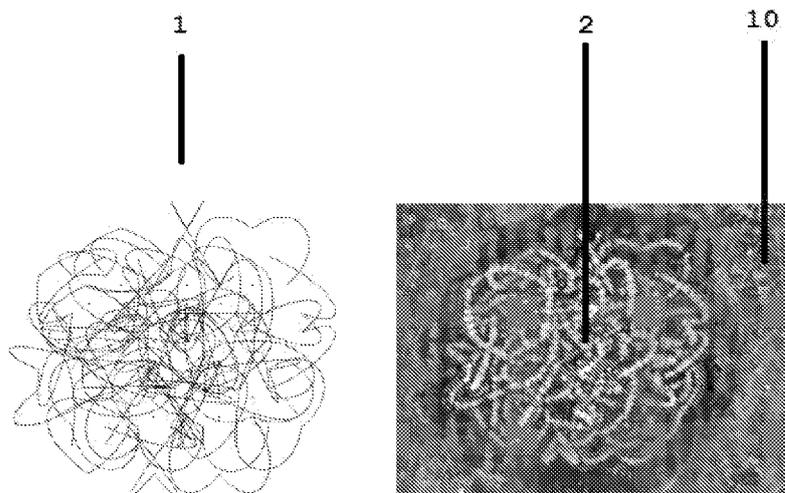


Figura 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for enhancing the level of security against falsification and counterfeiting of an object which comprises preparing an original deterministic design and laser marking same on the surface of an object to create an original marked object; capturing one or more images of the original marked deterministic design and associating information with this image, said information being stored in a database; capturing an image of at least one marked deterministic design to be validated on a marked object to be validated, and calculating the descriptors of this image; validating and deciding on the authenticity of the marked object to be

(Continua na página seguinte)



WO 2020/046155 A1

CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) Estados Designados** (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicado:**

- *com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))*
- *antes da expiração do prazo para modificar as reivindicações e a republicar na eventualidade de receção de tais modificações (Regra 48.2(h))*

---

validated. The invention relates to the original marked object and its method of preparation. The invention comprises computing devices, computer programs, reading means and adapted preparation apparatus. The invention creates unique and non-clonable authentication marks that are applicable to objects.

**(57) Resumo:** A invenção refere-se a um método para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto compreendendo a preparação de um desenho determinístico original e a sua marcação a laser na superfície de um objeto, materializando-se um objeto marcado original; a captação de uma ou mais imagens do desenho determinístico marcado original e a associação de informações a essa imagem, armazenando-as numa base de dados; a captação de pelo menos uma imagem de um desenho determinístico marcado a validar num objeto marcado a validar e o cálculo de descritores dessa imagem; a validação e a decisão sobre a autenticidade do objeto marcado a validar. A invenção refere-se ao objeto marcado original e ao seu método de preparação. A invenção compreende aparelhos computacionais, programas de computador, meios de leitura e aparatos para preparação adaptados. A invenção cria marcas de autenticação únicas e não clonáveis, aplicáveis a objetos.

## DESCRIÇÃO

"MÉTODO PARA A INTENSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE SEGURANÇA DE UM OBJETO POR MEIO DE UM DESENHO DETERMINÍSTICO, OBJETO COM  
5 NÍVEL DE SEGURANÇA INTENSIFICADO E O MÉTODO, APARELHO COMPUTACIONAL, PROGRAMAS DE COMPUTADOR, MEIOS DE LEITURA E APARATO ADAPTADOS PARA A PREPARAÇÃO DO OBJETO"

### CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

10

A presente invenção diz respeito a um método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e rastreamento  
15 do objeto.

A presente invenção também compreende um objeto marcado original com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação e ao respetivo método de preparação.

20

A presente invenção também se refere a aparelhos computacionais de leitura de informação em uma imagem compreendendo meios adaptados para executar as etapas do método, a programas de computador com instruções para executar os métodos da invenção, a meios de leitura por um  
25 aparelho computacional com os respetivos programas de computador instalados e a aparatos adaptados para preparar o objeto.

### ESTADO DA TÉCNICA

30

Na área da garantia da autenticidade de um objeto, em que este é tipicamente valioso podem ser incorporadas marcas de garantia da autenticidade, em que as marcas podem

ser submetidas à análise visual e podem compreender informações sobre o grau de pureza ou a proveniência do objeto.

O desenvolvimento de objetos compreendendo metais  
5 preciosos com níveis de segurança elevados face ao avanço da  
contrafação de produtos de elevado valor agregado é um  
objetivo contínuo para as empresas que produzem tais objetos  
ou para as instituições que desenvolvem marcas de  
autenticação, visto que os falsificadores e contrafatores,  
10 agindo em grupo ou independentemente, dispõem cada vez mais  
de instrumentos sofisticados e equipamentos de elevada  
qualidade, que lhes podem permitir falsificar tais produtos  
de valor agregado elevado.

Dentre os objetos e produtos de valor agregado  
15 elevado podem ser citadas as moedas, as medalhas e as jóias  
compreendendo metais preciosos, tais como o ouro, a prata,  
a platina e o paládio.

O comércio de objetos compreendendo metais  
preciosos contrafeitos é um fator perturbador significativo  
20 das vendas e lucros das empresas envolvidas. Segundo dados  
do relatório "Europol Public Information" de 2018, a  
contrafação pode representar 2,5% do comércio mundial,  
envolvendo cerca de 461 mil milhões de dólares americanos ao  
ano, valor correspondente a 5% das importações anuais da  
25 União Europeia.

Especificamente com relação ao mercado de jóias,  
as atividades de contrafação desenvolvem mercados ilegais  
paralelos destes produtos ou mesmo introduzem produtos  
contrafeitos elaborados a partir de materiais com níveis  
30 mais baixos de qualidade do que aqueles anunciados.

São conhecidos métodos de incorporar marcas  
visando a garantia da autenticidade a metais preciosos, por  
meio de técnicas de cunhagem. Entretanto, a marca que se

pretende que seja única é reconhecível e a segurança com relação à prevenção de se fazerem cópias dessa marca é dependente do acesso aos punções de cunhagem, aos equipamentos associados ou à habilidade de reproduzi-los.

5 Também são conhecidos métodos que incorporam aos objetos códigos com n-dimensões, tais como códigos de barras ou QR-codes, ou empregam-se soluções com componentes eletrónicos, tais como o RFID, que podem envolver uma complexidade construtiva significativa.

10 São conhecidos métodos de intensificar a segurança em objetos empregando a incorporação de características únicas e não clonáveis, as quais são formadas por processos aleatórios, tais como o processo desenvolvido por Arppe-Tabbara et al. e conhecido em "Versatile and Validated  
15 Optical Authentication System Based on Physical Unclonable Functions" ACS Applied Materials & Interfaces 2019 11 (6), 6475-6482. Nessa referência do estado da técnica, apresenta-se um processo que utiliza tags luminescentes aspergidos sobre um QR code impresso, em que os tags luminescentes  
20 empregam micropartículas e veículos normalmente referentes a tecnologias de impressão e de revestimento. Apesar do método de intensificação da segurança a um objeto revelado nessa referência ser robusto, o dito método apresenta inconvenientes relacionados à necessidade de se aplicar um  
25 revestimento a um objeto, o que poderá ter aplicações limitadas a objetos de pequenas dimensões ou objetos em que a aplicação de revestimentos prejudicariam as suas características estéticas, tais como jóias e moedas comemorativas de elevado valor agregado.

30 Também são conhecidos métodos de intensificar a segurança em objetos empregando a incorporação de características únicas e não clonáveis, as quais são formadas por processos aleatórios, tais como o processo conhecido em

WO9603714 A1 (Jeszensky, Gyula e Dombi, János) 8 de fevereiro de 1996, figura 1. Nessa referência do estado da técnica, apresenta-se uma solução que utiliza a marcação sobre a superfície do objeto de marcas tridimensionais compreendendo

5 rugosidades dispostas por meio de um arranjo estocástico, em que as rugosidades são elaboradas por intermédio de técnicas de eletro-erosão. As técnicas de eletro-erosão podem ser agressivas para os artefactos metálicos de elevado valor agregado, como por exemplo as peças de joalheria.

10 Adicionalmente, estas técnicas não são adequadas a peças de dimensões reduzidas. O laser um método muito mais adequado para esses casos, por ter um feixe de luz colimada, isto é focado no ponto a ser criado. As técnicas de eletro-erosão apresentam outras desvantagens, as quais são relacionadas ao

15 emprego de óleos, os quais são potencialmente corrosivos, e demandam a limpeza das peças de joalheria ou artefactos de metais preciosos, as quais são peças acabadas ou quase acabadas e que poderiam sofrer desgaste e erosão por atrito ou destruição química. Além disso, as técnicas de eletro-

20 erosão são significativamente mais lentas.

Assim, tendo em vista a impossibilidade das marcas convencionais de autenticidade de objetos e produtos de alto valor agregado em promoverem um nível de proteção adequado, face aos métodos e aparatos para contrafação existentes,

25 existe um grande interesse em desenvolver métodos de introdução de marcas de controlo de autenticidade em objetos e produtos de valor agregado elevados, que sejam únicos e impossíveis de serem reproduzidos.

Dessa forma, há a necessidade de se desenvolver um

30 objeto com um nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação, que possa ser aplicado com versatilidade a diversos produtos e objetos, especialmente no âmbito da indústria de produção de objetos de valor

compreendendo metais preciosos. Também há a necessidade de se desenvolver um método de verificação da autenticidade de objetos de valor compreendendo metais preciosos, em que método de verificação possua um nível de confiança elevado.

5 Adicionalmente, é desejado que o método possa ser executado por aparelhos computacionais convencionais, por exemplo smartphones.

### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10

Com o propósito de promover um entendimento dos princípios de acordo com as modalidades da presente invenção, será efetuada referência às modalidades ilustradas nas figuras e à linguagem utilizada para descrevê-las. De qualquer modo, deve ser entendido que não há intenção de

15 limitar o escopo da presente invenção ao conteúdo das figuras. Quaisquer alterações ou modificações posteriores das características inventivas aqui ilustradas e quaisquer aplicações adicionais dos princípios e modalidades da

20 invenção ilustrados, que ocorreriam normalmente para um perito na especialidade tendo a posse desta descrição, estão considerados no escopo da invenção reivindicada.

25

Figura 1 - ilustra uma modalidade de um desenho determinístico original e de um desenho determinístico marcado original em um objeto original;

Figura 2 - ilustra a marcação de dois desenhos determinísticos marcados originais, com base em um único desenho determinístico original;

30

Figura 3 - ilustra a comparação entre diferentes imagens do mesmo desenho determinístico marcado;

Figura 4 - ilustra a comparação entre diferentes imagens de outro desenho determinístico marcado;

Figura 5 - ilustra a comparação entre imagens de diferentes desenhos determinísticos marcados;

Figura 6 - ilustra uma modalidade de um desenho determinístico original, possuindo uma densidade adequada, em comparação com um desenho determinístico com densidade baixa e com um desenho determinístico com densidade excessiva;

Figura 7 - ilustra uma modalidade de um desenho determinístico original e de uma marca acessória; e

Figura 8 - ilustra uma modalidade do método de verificação da autenticidade de um objeto marcado a validar e do método de preparo de um objeto original.

Legenda dos números de referência:

- 15 (1) um desenho determinístico original;
- (2) um desenho determinístico marcado original;
- (3) um desenho determinístico marcado a validar;
- (4) uma imagem do desenho determinístico original;
- (5) uma imagem do desenho determinístico marcado
- 20 original;
- (6) uma imagem do desenho determinístico marcado a validar;
- (7) um descritor do desenho determinístico original;
- (8) um descritor do desenho determinístico marcado
- 25 original;
- (9) um descritor do desenho determinístico marcado a validar;
- (10) um objeto marcado original;
- (11) um objeto marcado a validar;
- 30 (12) um meio de leitura ótica;
- (13) um aparelho computacional;
- (14) um servidor;
- (15) uma base de dados;

- (16) uma marca acessória;
- (17) uma identificação para o registo na base de dados;
- (18) coordenadas do desenho determinístico original;
- (101) Preparação de um desenho determinístico original;
- 5 (102) Marcação a laser do desenho determinístico original;
- (103) Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original;
- (104) Associação de pelo menos uma informação a pelo  
10 menos uma imagem do desenho determinístico marcado original;
- (105) Armazenamento de informações e de imagens referentes a um desenho determinístico marcado original em uma base de dados;
- 15 (106) Captação de pelo menos uma imagem de um desenho determinístico marcado a validar em um objeto marcado a validar;
- (107) Cálculo de pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado a validar;
- 20 (108) Validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar, materializado num objeto marcado a validar; e
- (109) Decisão sobre a autenticidade de pelo menos um  
25 desenho determinístico marcado a validar materializado em um objeto marcado a validar.

### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

30 A presente invenção, num primeiro aspeto, diz respeito a um método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e rastreamento do objeto compreendendo as

seguintes etapas:

- a) Preparação de um desenho determinístico original (1);
- b) Marcação a laser do desenho determinístico original (1), preparado no passo a), na superfície de um objeto, materializando-se um desenho determinístico marcado original (2) num objeto marcado original (10);
- c) Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13), obtendo-se pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5);
- d) Associação de pelo menos uma informação a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), obtendo-se pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado original (8);
- e) Armazenamento de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base dados (15), em que a informação armazenada compreende pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado original (8), pelo menos uma identificação para o registo na base de dados e uma ou mais coordenadas do desenho determinístico original (1);
- f) Captação de pelo menos uma imagem de um desenho determinístico marcado a validar (6) em um objeto marcado a validar (11) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13);
- g) Cálculo de pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado a validar (9), executado pelo aparelho computacional (13), com base em pelo

menos uma imagem de um desenho determinístico  
marcado a validar (3);

- 5 h) Validação da autenticidade de pelo menos um desenho  
determinístico marcado a validar (3), materializado  
num objeto marcado a validar (11), por meio da  
comparação das informações calculadas a partir de  
pelo menos uma imagem do desenho determinístico  
marcado a validar (6) com as informações  
correspondentes a pelo menos uma imagem do desenho  
10 determinístico marcado original (5) armazenadas na  
base de dados (15);
- i) Decisão sobre a autenticidade de pelo menos um  
desenho determinístico marcado a validar (3)  
materializado em um objeto marcado a validar (11).

15

A presente invenção, num segundo aspeto, diz  
respeito a um método para preparar um objeto marcado original  
(10) com nível de segurança intensificado contra adulteração  
e contrafação compreendendo as seguintes etapas:

- 20 a) Preparação de um desenho determinístico original  
(1);
- b) Marcação a laser do desenho determinístico original  
(1), preparado no passo a), na superfície de um  
objeto, materializando-se um desenho determinístico  
25 marcado original (2) num objeto marcado original  
(10);
- c) Captação de pelo menos uma imagem do desenho  
determinístico marcado original (2) com um meio de  
leitura ótica (12) presente em um aparelho  
30 computacional (13), obtendo-se pelo menos uma  
imagem do desenho determinístico marcado original  
(5);

- d) Associação de pelo menos uma informação a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), obtendo-se pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado original (8);
- 5 e) Armazenamento de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base dados (15), em que a informação armazenada compreende pelo menos um
- 10 descritor do desenho determinístico marcado original (8), pelo menos uma identificação para o registo na base de dados e uma ou mais coordenadas do desenho determinístico original (1).

A presente invenção, num terceiro aspeto, refere-se a um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação, compreendendo pelo menos um desenho determinístico marcado original (2), materializado em uma superfície do dito objeto por meio de uma marcação a laser, em que pelo menos um

20 desenho determinístico marcado original (2) é marcado a laser com base em pelo menos um desenho determinístico original (1).

A presente invenção, num quarto aspeto, diz respeito a um aparelho computacional (13) compreendendo

25 meios adaptados para executar as etapas do método implementado por computador para validação de um objeto marcado a validar.

A presente invenção, num quinto aspeto, diz respeito a um aparelho computacional (13) compreendendo

30 meios adaptados para executar as etapas do método implementado por computador para o preparo de um objeto marcado original.

A presente invenção, num sexto aspeto, diz

respeito a um programa de computador compreendendo instruções para propiciar que o aparelho computacional de leitura de informação em uma imagem, de acordo com a presente invenção, execute as etapas do método implementado por  
5 computador para validação de um objeto marcado a validar.

A presente invenção, num sétimo aspeto, diz respeito a um programa de computador compreendendo instruções para propiciar que o aparelho computacional de leitura de informação em uma imagem, de acordo com a presente  
10 invenção, execute as etapas do método implementado por computador para a preparação de um objeto marcado original.

A presente invenção, num oitavo e um nono aspetos, diz respeito aos meios de leitura por um aparelho computacional compreendendo a instalação dos ditos programas  
15 de computador de acordo com a presente invenção.

A presente invenção, num décimo aspeto, diz respeito a um aparato para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação compreendendo meios adaptados para  
20 controlar o dispositivo emissor de um feixe de laser e o dito aparato sendo configurado para executar o método para a preparação de um objeto marcado original.

O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e  
25 contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto e o objeto da presente invenção resolvem os problemas do estado da técnica relacionados com a necessidade de se criarem marcas de autenticação únicas e que não sejam clonáveis, em que as  
30 marcas de segurança e o método de marcação podem ser aplicadas não somente a objetos compreendendo metais preciosos, mas também a uma ampla variedade de produtos. Com relação à validação da autenticidade, estão incluídos no

âmbito da presente invenção a identificação e o rastreamento de um objeto.

De modo surpreendente, as marcas de autenticação e o método de verificação da autenticidade de um objeto não são apenas únicas, tendo em vista serem resultantes de um processo aleatório caótico, mas também não são passíveis de clonagem, sendo virtualmente impossível de serem reproduzidas. Estas características são críticas para elevar o nível de segurança das marcas.

Outra vantagem associada às marcas de autenticação no contexto da presente invenção refere-se ao facto das ditas marcas apresentarem resistência mecânica e resistirem por um intervalo de tempo longo, levando em consideração o elevado tempo de vida útil de um objeto compreendendo metais preciosos, mantendo as características únicas.

Conforme ilustrado na figura 1, numa das modalidades da presente invenção, o desenho determinístico original (1) compreende uma ou mais linhas contínuas orientadas no tempo e é descrito por uma função matemática. A orientação no tempo significa que a função matemática é função do tempo, isto é, são funções matemáticas cujos gráficos podem ser construídos usando uma função paramétrica unidimensional em relação ao tempo.

O desenho determinístico original (1) compreende uma pluralidade de linhas, cada uma das linhas preferivelmente interceptando pelo menos uma das linhas restantes, em que pelo menos uma das linhas é curva. É ao longo destas linhas de padrão pré-definido que a marcação do laser é efetuada, isto é, o feixe de laser percorre o traçado definido pelo desenho determinístico original (1), produzindo a marcação única.

De modo ilustrativo, um exemplo de uma função matemática aplicável para pelo menos um troço do desenho

determinístico original (1) pode ser representado pela função no plano complexo:

$$f(t) = \sum_j a_j e^{n_j i t} \quad (\text{Função 1})$$

5

Em que na função 1 temos que  $i = \sqrt{-1}$ ,  $a_j$  é um número complexo e  $n_j$  é um número inteiro. É usual que o número de termos na função varia, por exemplo, entre 2 a 4 termos, embora funções com um número mais elevado de termos possam ser construídas. O coeficiente  $a_j$  é um número complexo escolhido aleatoriamente, por exemplo, com parte real no intervalo  $Re(a_j) \in [-1; 1]$  e parte imaginária no intervalo  $Im(a_j) \in [-i; i]$ . O expoente  $n_j$  é um número inteiro selecionado, por exemplo, do intervalo  $n_j \in [-30; 30]$ .

15 O grau de complexidade e de aleatoriedade da função matemática pode aumentar se os valores de  $a_j$  e  $n_j$  forem igualmente funções do tempo, isto é,  $a_j = a_j(t)$  e  $n_j = n_j(t)$ . Podem ser usadas, por exemplo, funções cíclicas ou não cíclicas nos intervalos acima definidos, tais como sinusoides, exponenciais, exponenciais negativas ou outras.

20 Alternativamente, uma outra função matemática aplicável para pelo menos um troço do desenho determinístico original (1) pode ser uma função gerada a partir de equações de Bezier de um conjunto arbitrariamente elevado de pontos aleatórios, ou respeitando uma ordem pré-estabelecida, sendo a arbitrariedade do conjunto de pontos relacionada com a densidade da curva final pretendida.

25 A curva de Bezier pode ser descrita a partir de um conjunto arbitrário de  $(n+1)$  pontos de controlo  $P_0, P_1, P_2 \dots P_n$ , sendo que a correspondente curva de Bézier, também conhecida como curva de Bernstein-Bézier, pode ser representada por:

30

$$C(t) = \sum_{i=0}^n P_i B_{i,n}(t) \quad (\text{Função 2})$$

Em que na função 2 temos que  $B_{i,n}(t)$  é um polinómio de Bernstein e  $t \in [0,1]$ . Os polinómios de Bernstein são  
5 definidos por:

$$B_{i,n}(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i} \quad (\text{Função 3})$$

Em que na função 3 temos que  $\binom{n}{k}$  é um coeficiente  
10 binomial.

A preparação de um desenho determinístico original (1) parte do estabelecimento do dito desenho por uma função matemática. Nas modalidades preferidas, a marcação a laser em uma superfície metálica, com base em um  
15 desenho determinístico original (1), faz com que o metal no caminho do laser seja fundido, em que as respostas resultantes das porções de metal fundido ao longo do traçado do desenho determinístico marcado original (2) sejam imprevisíveis e sejam determinadas por diversas variáveis  
20 incontroláveis e não observáveis.

A incidência de um feixe de laser na superfície do metal com energia suficiente para fundir o metal e criar no metal um estado local de fusão, designado por *melt*, induz um processo não controlável e não determinístico de fluxo de  
25 energia, capaz de provocar movimentos locais não desprezíveis na superfície metálica. Adicionalmente, a superfície metálica apresenta inerentemente impurezas e defeitos na estrutura metálica, que não podem ser conhecidas previamente, sem que se promova a destruição do estado  
30 inicial do material. Dessa forma, um desenho determinístico marcado original (2) em um objeto marcado original (10), conforme ilustrado na figura 1, apresenta características

únicas, devido ao processo caótico e não reprodutível de marcação a laser.

O caminho do laser pode ser definido considerando-se diversos aspetos, sendo possível que o feixe de laser  
5 usualmente pode efetuar várias passagens pelo mesmo ponto da superfície metálica, direcionando a sua energia para os pontos de incidência compreendidos em seu plano focal. Preferencialmente, o plano focal do feixe a laser pode ser posicionado ligeiramente abaixo da superfície metálica do  
10 objeto, elevando-se a capacidade de fusão do metal e incrementando-se as características técnicas únicas e não reprodutíveis desenho determinístico marcado.

Além disso, o conhecimento de todas as variáveis técnicas do processo de marcação a laser de um desenho  
15 determinístico original específico não permite a reprodução da mesma marca. Nesse sentido, incluem-se nas variáveis técnicas do processo, o torque, a especificações do material metálico do suporte, as especificações do sistema a laser, as características do desenho determinístico original e o  
20 número de passagens do feixe de laser pelo desenho determinístico. Efetivamente, o número de variáveis técnicas do processo é superior ao número de variáveis controláveis, sendo que a escala das variáveis controláveis é insuficiente para a plena caracterização de todas as variáveis  
25 termodinâmicas e físico-químicas envolvidas no processo. Dessa forma, estes fatores também contribuem para que a marca resultante do processo de marcação a laser seja única e não reprodutível.

A fim de confirmar as características acima, foram  
30 conduzidos diversos experimentos em que foram reproduzidas marcações a laser em superfícies metálicas, as quais apresentavam as mesmas especificações técnicas e nas quais foram marcados a laser o mesmo desenho determinístico

original. Esse grupo de experimentos englobava a captação de repetidas imagens de um determinado desenho determinístico original, em que as ditas repetidas imagens foram captadas em condições diversas.

5                   Conforme ilustrado na figura 2, com base em um mesmo desenho determinístico original (1) foi marcado a laser em uma primeira superfície metálica um primeiro desenho determinístico marcado original (A1) e foi marcado a laser em uma segunda superfície metálica um segundo desenho  
10 determinístico marcado original (A2).

De modo ilustrativo para se comprovar a robustez do método reivindicado, conforme ilustrado à esquerda na figura 3, foram captadas e posteriormente sobrepostas e alinhadas duas imagens do desenho determinístico marcado  
15 original (A1). Conforme ilustrado à direita na figura 3, foi quantificada a diferença entre os pixels entre as duas imagens referenciadas, em que os pixels brancos representam as diferenças entre as duas imagens. Similarmente, conforme  
ilustrado à esquerda na figura 4, foram captadas e  
20 posteriormente sobrepostas e alinhadas duas imagens do desenho determinístico marcado original (A2). Conforme  
ilustrado à direita na figura 4, foi quantificada a diferença entre os pixels entre as duas imagens referenciadas, em que os pixels brancos representam as diferenças entre as duas  
25 imagens. Conforme pode ser observado, a diferença entre duas imagens da mesma marca é muito pequena, em que as diferenças percentuais entre os pixels, após o devido alinhamento das imagens, são usualmente inferiores a 5%.

Por outro lado, conforme ilustrado na figura 5,  
30 quando são sobrepostas imagens de marcas diferentes, no caso a sobreposição das duas imagens do desenho determinístico marcado original (A1) e das duas imagens do desenho determinístico marcado original (A2), observam-se diferenças

percentuais entre os pixels relativamente elevadas, após o devido alinhamento das imagens, sendo que tais diferenças usualmente são de cerca de 50%.

Nesse contexto, é possível chegar a uma primeira  
5 conclusão, em que imagens diferentes do mesmo desenho determinístico marcado original podem ser facilmente associadas, pois o rácio de pixels iguais é muito elevado, confirmando-se a estabilidade da marcação a laser às etapas de validação e decisão sobre a autenticidade.  
10 Adicionalmente, é possível chegar a uma segunda conclusão, relacionada ao facto de que marcações a laser diferentes, com base no mesmo desenho determinístico original, podem ser facilmente discriminadas, uma vez que o rácio de pixels é muito inferior ao caso que motivou a primeira conclusão,  
15 confirmando-se a robustez do método de intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade do objeto.

A marcação a laser exata do desenho determinístico  
20 original envolve diversas variáveis no decorrer de sua configuração, por exemplo, a distância de focagem do feixe de laser, da velocidade de passagem, do número de passagens e da potência do laser. A distância de focagem do feixe de laser compreende a distância entre o feixe de laser e a  
25 porção da superfície a ser marcada, a fim de se obter uma marca focada na dita porção. A velocidade de passagem consiste na velocidade em que um feixe de laser move-se de um ponto para outro. Os intervalos de valores referentes à distância de focagem do feixe de laser, à velocidade de  
30 passagem e à potência do laser compreendem os intervalos conhecidos no estado da técnica, como será entendido por um perito na especialidade. Especificamente com relação aos valores de potência do laser, estes dependem da profundidade

pretendida no processo de marcação e também da potência de luz. O número de passagens está usualmente compreendido no intervalo de 30 a 100, porém valores fora desse intervalo também estão compreendidos no âmbito da presente invenção.

5 A potência do laser e o número de passagens do feixe de laser podem ser adaptadas com relação a uma determinada porção da superfície, permitindo uma marcação precisa com uma profundidade média de marcação, que propicia abrasão, sem alterar a marcação, tal como uma profundidade de cerca de  
10 100 micrómetros.

Conforme ilustrado no exemplo central da figura 6, o desenho determinístico original (1) deve ser intrincado o suficiente, a fim de impedir que um método de engenharia reversa o possa recuperar. Entretanto, conforme ilustrado no  
15 exemplo à esquerda da figura 6, o desenho determinístico não deve possuir uma baixa densidade de caminhos, que possibilitem a sua reprodução. Por outro lado, conforme ilustrado no exemplo à direita da figura 6, o desenho determinístico não deve possuir um traçado excessivamente  
20 intrincado, que resulte em poucos pontos salientes na imagem, que permitam o adequado armazenamento de informações, por exemplo.

Em uma outra modalidade da presente invenção, conforme ilustrado na figura 7, é efetuada uma etapa de  
25 marcação a laser de uma marca acessória (16) no objeto marcado original (10), em que a marca acessória (16) compreende pelo menos uma moldura do desenho determinístico marcado original (2) ou pelo menos uma marcação adjacente ao desenho determinístico marcado original (2). A marca  
30 acessória (16) pode ser empregue na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar, materializado num objeto marcado a validar, em que a dita marca acessória (16) apresenta

informações que direcionam para o registo na base de dados (15), promovendo uma rápida identificação do registo específico da imagem do desenho determinístico marcado original (5) a ser utilizada na validação.

5 Preferencialmente, a marca acessória (16) compreende um ou mais códigos, selecionados do grupo constituído por códigos binários, por exemplo traços longos e curtos, por marcadores digitais de matriz unidimensional e por marcadores digitais de matriz bidimensional.

10 Em uma modalidade da presente invenção, a marca acessória (16) pode compreender pelo menos uma palavra de tamanho  $n$ , por exemplo uma palavra binária, em que a palavra de tamanho  $n$  pode ser empregue como uma chave de indexação para o registo referente à imagem do desenho determinístico marcado original em uma base de dados.

15 Dessa forma, a chave de indexação obtida por intermédio da marca acessória permite pesquisar eficientemente na base de dados, sem que seja necessário recorrer a elevadas capacidades computacionais. As informações presentes na marca acessória são obtidas e pesquisadas mais facilmente do que as informações diretamente relacionadas à imagem do desenho determinístico marcado original. Assim, a etapa de validação da autenticidade pode ser conduzida mais eficientemente.

25 Em uma modalidade da presente invenção, o método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto pode compreender uma primeira comparação entre as informações relacionadas à marca acessória (16) do objeto marcado original (10) com as informações da marca acessória presente no objeto marcado a validar (11), previamente à comparação entre a imagem do desenho determinístico marcado

original (5) e a imagem do desenho determinístico marcado a  
validar (6). A dita primeira comparação entre as marcas  
acessórias poderá ser levada em consideração na etapa de  
decisão sobre a autenticidade de pelo menos um desenho  
5 determinístico marcado a validar materializado em um objeto  
marcado a validar.

A marcação a laser do desenho determinístico  
original (1) e a marcação da marca acessória (16) podem ser  
efetuadas por métodos conhecidos no estado da técnica de  
10 marcação a laser. No caso da marca acessória (16), não é  
necessário que esta possua características únicas ou não  
reprodutíveis. Dentro do conjunto de métodos de marcação a  
laser conhecido no estado da técnica por um perito na  
especialidade podem ser citados o método conhecido em  
15 US6238847 (B1) (Ayres et al.), publicado em 29 de maio de  
2001, e o método conhecido em US2008223834 (A1) (Michael  
John Griffiths e Yancy Edward Fox), publicado em 18 de  
setembro de 2008.

Com relação aos marcadores digitais de matriz  
20 bidimensional, estes podem ser selecionados do grupo  
consistindo de um código UniQode, de um código AR para  
realidade aumentada, de um código Aztec, um código 16K, de  
um código CRONTO, de um Dotcode, de um Data Matrix, de um  
JAB-Code, de um MaxiCode, de um PDF417, de um PEQRC e de um  
25 QR Code.

Nas modalidades ainda mais preferidas da presente  
invenção, o marcador digital presente na marca acessória  
(16) é um UniQode. O UniQode é baseado em um marcador digital  
criado por meio da organização apropriada de células, as  
30 quais são constituídas por um formato específico de arranjo  
de pixels, tipicamente em um formato 3x3. Alguns padrões de  
células são relacionados a símbolos gráficos utilizados para

codificação, sendo que a associação entre um modelo e um símbolo é denominada dicionário. Em uma célula, os pixels são simultaneamente utilizados para atribuir características estéticas e de codificação. A geração de um UniQode é baseada em um sistema quântico, isto é, uma divisão regular da escala de cinzas em 10 classes. Para uma determinada imagem, cada conjunto de células é arranjado tipicamente em um formato de pixels 3x3, sendo codificado em um padrão em que os quantum se relacionam às cores do respetivo pixel na imagem de base. Preferencialmente são utilizados os quanta Q3, Q4, Q5 e Q6 para associar adequadamente os símbolos gráficos a modelos por meio de dicionários. De modo geral, cada pixel de uma escala de cinzas é transformado em um conjunto de pixels  $k \times k$  em um padrão preto e branco.

Os marcadores digitais UniQode podem ser referenciados em "Graphic Code: a New Machine Readable Approach" (Cruz L., Patrão B. e Gonçalves, N.), publicado em IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR), 10 a 12 de dezembro de 2018. Os marcadores digitais UniQode também podem ser referenciados em "Halftone Pattern: A New Steganographic Approach" (Cruz L., Patrão B. e Gonçalves, N.), publicado em Eurographics 2018, EG 2018 - Short Papers.

Passaremos a detalhar uma modalidade preferencial do método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade do objeto da presente invenção e para a preparação do dito objeto, conforme ilustrado na figura 8.

Inicialmente é efetuada uma etapa de preparação (101) de um desenho determinístico original (1), baseado em uma função matemática. Em seguida é efetuada uma etapa de

marcação a laser (102) do desenho determinístico original (1) numa superfície metálica, obtendo-se um objeto marcado original (10) compreendendo um desenho determinístico marcado original (2). Em seguida, é efetuada uma etapa de  
5 captação (103) de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5). Em seguida é efetuada uma etapa de associação (104) de pelo menos uma informação a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), obtendo-se um ou mais descritores do desenho  
10 determinístico marcado original (8).

Em seguida é efetuada uma etapa de armazenamento (105) de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base de dados (15), em que a informação associada armazenada  
15 compreende pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado original (8), pelo menos uma identificação para o registo (17) na base de dados e uma ou mais coordenadas do desenho determinístico original (18). Conforme ilustrado na figura 8, opcionalmente pelo menos uma imagem do desenho  
20 determinístico marcado original (5) também pode ser armazenada na base de dados.

Os descritores do desenho determinístico marcado original (8) compreendem uma ou mais informações que requerem uma etapa de autenticação para serem acedidas ou requerem a  
25 passagem por pelo menos um nível de segurança.

Numa das modalidades da presente invenção, na etapa de armazenamento (105) de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base dados (15), a informação referente  
30 às coordenadas do desenho determinístico original (1) pode ser estabelecida com base em um ou mais troços do desenho determinístico original (1) e as coordenadas de cada troço compreendem uma ou mais das coordenadas selecionadas do grupo

consistindo de coordenadas paramétricas temporais, coordenadas bidimensionais ou imagens binárias. Nas modalidades preferidas da presente invenção, a informação é estabelecida com base em coordenadas paramétricas temporais para cada troço do desenho determinístico original (1).

Nas modalidades preferidas da presente invenção, são armazenadas informações adicionais no registo na base de dados (15) referentes ao conjunto de imagens do desenho determinístico marcado original (5), em que as informações adicionais compreendem uma ou mais do grupo consistindo de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5); informações de data, hora e local da marcação; informações da rastreabilidade do objeto marcado original (10), incluindo as informações relacionadas às transações e operações em que o dito objeto esteve envolvido; informações sobre o fabricante do objeto marcado original (10); e informações sobre a categorização do objeto marcado original (10). Com relação à categorização do objeto, esta envolve, por exemplo, a definição se o objeto é uma jóia ou um tipo específico de jóia, uma moeda ou uma medalha.

Retornando à modalidade ilustrada na figura 8, para se efetuar a validação da autenticidade de um objeto marcado a validar (11) compreendendo um desenho determinístico marcado a validar (3), é efetuada uma etapa de captação (106) de pelo menos uma imagem de um desenho determinístico marcado a validar (6). Em seguida, é efetuada uma etapa de cálculo (107) de pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado a validar (9). Posteriormente, é efetuada a etapa de validação da autenticidade (108) de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado num objeto marcado a validar (11). Na etapa de validação da autenticidade (108)

são comparados um ou mais descritores do desenho determinístico marcado original (8) com um ou mais descritores do desenho determinístico marcado a validar (9), estabelecendo-se previamente um limite de aceitação, em que  
5 tal limite de aceitação será levado em consideração na etapa de decisão sobre a autenticidade (109) de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3) materializado em um objeto marcado a validar (11).

A etapa de validação da autenticidade de pelo menos  
10 um desenho determinístico marcado a validar, materializado num objeto marcado a validar pode ser executada, por exemplo, por meio da comparação e alinhamento de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), armazenada em um banco de dados (15) e de pelo menos uma imagem do  
15 desenho determinístico marcado a validar (6), capturada por um aparelho computacional (13).

A etapa de comparação e alinhamento de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5) e de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado  
20 a validar (6) pode ser efetuada por qualquer método conhecido no estado da técnica, usual para um perito na especialidade.

A etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado num objeto marcado a validar (11), por meio da  
25 comparação das informações calculadas a partir de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com as informações correspondentes a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), armazenadas na base de dados (15), pode compreender a comparação de uma  
30 ou mais das características geométricas e/ou uma ou mais das características de textura e/ou uma ou mais características fotométricas e/ou uma ou mais características radiométricas e/ou uma ou mais características de profundidade

tridimensional e/ou uma ou mais das características de densidade de partículas de dispersão aleatória e/ou uma ou mais características cromáticas na imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com as respectivas características na imagem do desenho determinístico marcado original (5), em que as ditas características da imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) e da imagem do desenho determinístico marcado original (5) são definidas, respectivamente, por meio de um ou mais descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) e por meio de um ou mais descritores do desenho determinístico marcado original (8).

A etapa de validação da autenticidade também pode compreender a utilização de uma análise por meio da comparação entre as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) e as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado original (8), opcionalmente compreendendo fatores de ponderação associados a um ou mais dos respectivos descritores.

A etapa de validação da autenticidade também pode compreender a utilização de uma análise por meio de uma ou mais relações de distâncias entre descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) e os descritores do desenho determinístico marcado original (8), opcionalmente compreendendo fatores de ponderação associados a um ou mais das ditas relações de distância.

A etapa de validação da autenticidade também pode compreender a utilização de uma análise por meio de uma rede neuronal configurada por meio dos seguintes passos:

- i. Seleção de um primeiro conjunto amostral com um número de coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado original (8) para treinamento da rede neuronal;

- ii. Seleção de um segundo conjunto amostral com um número de coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) para treinamento da rede neuronal;
- 5     iii. Estabelecimento de diferenças normalizadas entre as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado original (8) e as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9);
- 10    iv. Estabelecimento de intervalos de valores de aceitação para resultados de verificação positivos entre a imagem do desenho determinístico marcado original (5) e a imagem do desenho determinístico marcado a validar (6).

15           A etapa de validação da autenticidade também pode compreender a utilização de uma análise das características de textura na imagem do desenho determinístico marcado original (5) por meio de uma ou mais das técnicas do histograma de modelos binários locais (LPBH), do histograma dos gradientes orientados (HoG) e da matriz de coocorrência em escala de tons de cinzento (GLCM).

20           A etapa de validação da autenticidade também pode compreender a utilização de descritores do desenho determinístico marcado a validar (9), obtidos a partir da aplicação de uma ou mais das técnicas do histograma de modelos binários locais (LPBH), do histograma dos gradientes orientados (HoG) e da matriz de coocorrência em escala de tons de cinzento (GLCM), em que são calculadas as diferenças entre as ditas técnicas aplicadas a um ou mais descritores do desenho determinístico marcado original (8) e a um ou mais descritores do desenho determinístico marcado a validar (9).

30           A etapa de validação da autenticidade também pode

compreender os seguintes passos:

- 5 i. Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13);
- ii. Cálculo dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) executado pelo aparelho computacional (13);
- 10 iii. Pesquisa em pelo menos uma base de dados (15) pelos descritores do desenho determinístico marcado original (8) em que a base de dados (15) com informações da imagem do desenho determinístico marcado original (5) é acedida por meio do servidor (14);
- 15 iv. Validação de uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) por meio da comparação no servidor (14) dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) com os descritores do
- 20 desenho determinístico marcado original (8);
- v. Decisão sobre a autenticidade de um objeto marcado a validar (11) no servidor (14);
- vi. Envio da decisão sobre a autenticidade pelo servidor (14) para o aparelho computacional
- 25 (13).

A etapa de validação da autenticidade também pode compreender os seguintes passos:

- 30 i. Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13);

- ii. Cálculo dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) executado pelo aparelho computacional (13);
- iii. Validação de uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) em um objeto marcado a validar (11) por meio da comparação executada no aparelho computacional (13) dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) com os descritores do desenho determinístico marcado original (8);
- iv. Decisão sobre a autenticidade de um objeto marcado a validar (11) no aparelho computacional (13).

15

A pesquisa e a identificação do registo da imagem do desenho determinístico original (1) na base de dados podem envolver a varredura de todos os registos presentes na base de dados, a fim de identificar o registo compreendendo os dados e a imagem do desenho determinístico marcado a validar. O processo de varredura engloba o cálculo de pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado a validar (9), em que é efetuada a pesquisa na base de dados (15) pelo conjunto de descritores do desenho determinístico marcado a validar.

25

Com relação à etapa de pesquisa em pelo menos uma base de dados pelos descritores do desenho determinístico marcado original (8), o sistema de pesquisa de uma informação a pesquisar numa base de dados necessita de pelo menos uma métrica de comparação entre a informação a pesquisar na base de dados e os tuplos da base de dados. Um dos métodos mais usados para pesquisar é o KNN que num primeiro nível de pesquisa percorre todos os elementos da base de dados

30

calculando a diferença (ou distância) entre a informação a  
validar e os tuplos. No método escolhe-se depois os k tuplos  
com menor diferença (ou distância). Num segundo nível de  
escolha, o método ordena os elementos usando uma segunda  
5 métrica de comparação, medindo outras características dos  
elementos a comparar. O resultado da pesquisa será o tuplo  
da base de dados com menor distância (selecionado dos tuplos  
resultantes do primeiro nível de pesquisa) no caso de esta  
distância mínima ser igual ou inferior a um limiar de  
10 identificação. Caso contrário, ou seja, caso a menor  
distância seja superior ao limiar de identificação,  
considera-se que a informação a pesquisar na base de dados  
não existe na base de dados. Existem no estado da técnica  
outras metodologias que melhoram ou refinam este método KNN,  
15 nomeadamente partindo a pesquisa em pesquisas mais pequenas  
ou usando algumas características para reduzir a dimensão da  
pesquisa. Além disso, existem técnicas de indexação de bases  
de dados que permitem fazer pesquisas indexadas a uma  
informação direta da informação a pesquisar, por exemplo,  
20 usando parte da informação a pesquisar como índice de  
pesquisa na base de dados, isto é, como forma de ordenação  
dos tuplos.

Com relação à etapa de pesquisa em pelo menos uma  
base de dados pelos descritores do desenho determinístico  
25 marcado original (8), um outro método possível para acelerar  
a pesquisa de descritores numa base de dados de elevadas  
dimensões é criar uma árvore de decisão do tipo kd-tree,  
treinando-a para distinguir entre descritores de imagens de  
objetos marcados originais e descritores de imagens de  
30 objetos marcados a validar. A ideia base é que é possível  
desenvolver um conjunto de decisões básicas de forma  
hierárquica, que permitam dividir sucessivamente a base de  
dados em duas partes, não necessariamente de tamanhos iguais,

usando decisões que envolvam apenas um subconjunto das dimensões dos descritores. A fase de treino é essencial para treinar a árvore para que desde o tronco inicial até às folhas, em que as folhas constituem a extremidade lógica da árvore, exista um número finito de níveis de decisão, mas que permitem analisar toda a informação dos descritores. Depois de construída a árvore kd-tree, a tomada de decisão sobre a identificação, considerada como classificação, numa pesquisa 1:n, de um descritor é consideravelmente mais rápida do que do caso de não se usar uma árvore.

O âmbito da pesquisa na base de dados pode ser inicialmente restringido por intermédio da aplicação de filtros relacionados às informações adicionais armazenadas no registo na base de dados (15), por exemplo, pela aplicação de filtros relacionados ao tipo de marcação; à data, hora e local da marcação; à categoria do objeto, por exemplo se é um anel ou uma moeda, e ao metal do objeto. Em seguida, podem ser conduzidas comparações individuais entre a imagem do desenho determinístico marcado a validar e as imagens dos desenhos determinísticos originais recuperados da base de dados após a aplicação de filtros de restrições.

Alternativamente, o âmbito da pesquisa na base de dados pode ser restringido por intermédio da aplicação de uma marca acessória (16) em conjunto com a marcação de um desenho determinístico original (1), em que a marca acessória (16) apresenta informações que direcionam para o registo na base de dados (15), promovendo uma rápida identificação do registo específico da imagem do desenho determinístico marcado original (5) a ser utilizada na etapa de validação da autenticidade.

Na etapa de decisão sobre a autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar materializado em um objeto marcado a validar são aplicadas

métricas de comparação e tomada de decisão conhecidas no estado da técnica, como será entendido por um perito na especialidade. Dentre as métricas conhecidas no estado da técnica aplicáveis à etapa de comparação e tomada de decisão, 5 podem ser citadas as métricas de distância entre vetores de descritores da imagem original e da imagem a validar, como por exemplo a distância euclidiana, a distância de Sampson e a norma L1.

A regra de decisão mais simples corresponde a 10 comparar qualquer das métricas de distâncias escolhidas com um valor de referência e no caso em que a distância entre os descritores do desenho determinístico marcado original (8) e os descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) ultrapassar o limiar de referência, considera-se que o 15 objeto marcado original não é o mesmo que o objeto marcado a validar. Contrariamente, se a referida distância for igual ou inferior ao limiar de referência, considera-se que o objeto marcado a validar é o objeto marcado original.

Outras regras de decisão podem ser criadas a partir 20 de métodos de inteligência artificial, usualmente, mas não somente, métodos de aprendizagem por máquina, tais como classificadores SVM, AdaBoost, Naive Bayes, Árvores de Decisão, Random Forest ou outros métodos conhecidos no estado da técnica. Podem ainda ser usados métodos de aprendizagem 25 por máquina, usando, por exemplo, redes neuronais não convolucionais (CNNs) ou outras.

Em uma outra modalidade da presente invenção, o objeto marcado original (10) possui o desenho determinístico marcado original (2) efetuado em uma porção do objeto marcado original (10), em que a dita porção é constituída de um ou 30 mais materiais selecionados a partir de plásticos, madeira, ligas metálicas e metais, por exemplo o ouro, a prata, a platina e o paládio. Preferencialmente, o objeto marcado

original (10) pode ser selecionado do grupo constituído por moedas; medalhas; jóias; barras de metais preciosos; esculturas metálicas; relógios; canetas; faqueiros e artefactos metálicos, por exemplo, peças de dispositivos  
5 elétricos, peças de dispositivos eletrónicos, peças para a indústria automotiva e peças para a indústria da aviação. Preferivelmente, os métodos de verificação de autenticidade e de preparação de objetos de acordo com a presente invenção podem ser aplicáveis a quaisquer objetos metálicos,  
10 independente de tais objetos compreenderem quantidades significativas de metais preciosos.

Entretanto, como será entendido para um perito na especialidade, os métodos de verificação de autenticidade e de preparação de objetos de acordo com a presente invenção  
15 podem ser aplicáveis a diversos tipos de materiais, tais como plásticos ou madeira.

O aparelho computacional (13) compreende um meio de leitura ótica (12), sendo possível empregar diversos tipos de aparelhos computacionais, como por exemplo os smartphones  
20 dotados de câmaras com lentes macro. Opcionalmente, podem ser empregues computadores conectados a microscópios óticos. Portanto, é uma das vantagens da presente invenção que o método implementado por computador para validação de um objeto marcado a validar e o método implementado por  
25 computador para o preparo de um objeto marcado original podem ser executados em aparelhos computacionais versáteis, acessíveis não somente a laboratórios de exames forenses, mas também aos comerciantes e consumidores. Além disso, os próprios comerciantes podem instalar computadores conectados  
30 a microscópios óticos convencionais em suas lojas, propiciando o acesso à utilização desses equipamentos aos lojistas ou aos próprios consumidores.

A base de dados (15) pode estar instalada na

própria memória de um aparelho computacional (13) e acedida por um programa de computador compreendendo instruções para propiciar que o aparelho computacional (13) execute as etapas do método de validação da autenticidade de um objeto marcado a validar. o programa de computador compreendendo instruções para propiciar que o aparelho computacional execute as etapas do método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação também pode estar instalado em um aparelho computacional (13), tal como um smartphone ou um computador local conectado a um microscópio ótico. Esta modalidade dispensa o emprego de um servidor e uma rede de aparelhos computacionais interligada por um sistema de comunicação. Em outras palavras, de acordo com esta modalidade, o método de verificação da autenticidade de um objeto marcado a validar e o método de preparação de um objeto marcado original de acordo com a presente invenção podem ser conduzidos em um modo offline, empregando essencialmente os respectivos programas de computador instalados no aparelho computacional (13).

Alternativamente, conforme ilustrado na figura 8, a base de dados (15) pode estar presente em uma rede de computadores, acedida por meio de um servidor (14).

Na modalidade que emprega uma rede de computadores, o programa de computador compreendendo instruções para propiciar que o aparelho computacional execute as etapas do método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade do objeto e o programa de computador compreendendo instruções para propiciar que o aparelho computacional execute as etapas do método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança

intensificado contra adulteração e contrafação podem estar instalados em um aparelho computacional pertencente à rede de computadores. Alternativamente, os ditos programas de computadores podem estar instalados em um aparelho  
5 computacional (13) conectado a um servidor por meio de conexões sem fio, como por exemplo um smartphone.

Como utilizados nesta descrição, as expressões "cerca de" e "aproximadamente" referem-se a um intervalo de valores de mais ou menos 10% o número especificado.

10 Como utilizado nesta descrição, a expressão "substancialmente" significa que o valor real está dentro do intervalo de cerca de 10% do valor desejado, variável ou limite relacionado, particularmente dentro de cerca de 5% do valor desejado, variável ou limite relacionado ou  
15 especialmente dentro de cerca de 1% do valor desejado, variável ou limite relacionado.

A matéria-objeto descrita acima é fornecida como uma ilustração da presente invenção e não deve ser interpretada de modo a limitá-la. A terminologia utilizada  
20 com o propósito de descrever modalidades específicas, de acordo com a presente invenção, não deve ser interpretada para limitar a invenção. Como usados na descrição, os artigos definidos e indefinidos, na sua forma singular, visam a interpretação de incluírem também as formas plurais, a não  
25 ser que o contexto da descrição indique, explicitamente, o contrário. Será entendido que os termos "compreender" e "incluir", quando usados nesta descrição, especificam a presença das características, dos elementos, dos componentes, das etapas e das operações relacionadas, mas  
30 não excluem a possibilidade de outras características, elementos, componentes, etapas e operações também estarem contempladas.

Todas as alterações, desde que não modifiquem as

características essenciais das reivindicações que se seguem, devem ser consideradas dentro do âmbito da proteção da presente invenção.

5 Lisboa, 30 de agosto de 2019

**REIVINDICAÇÕES**

1. Um método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e  
5 contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto **caracterizado por** compreender as seguintes etapas:
- a) Preparação de um desenho determinístico original  
(1);
  - 10 b) Marcação a laser do desenho determinístico original (1), preparado no passo a), na superfície de um objeto, materializando-se um desenho determinístico marcado original (2) num objeto marcado original (10);
  - 15 c) Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13), obtendo-se pelo menos uma  
20 imagem do desenho determinístico marcado original (5);
  - d) Associação de pelo menos uma informação a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), obtendo-se pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado original (8);
  - 25 e) Armazenamento de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base dados (15), em que a informação armazenada compreende pelo menos um  
30 descritor do desenho determinístico marcado original (8), pelo menos uma identificação para o registo na base de dados e uma ou mais coordenadas do desenho determinístico original (1);

- f) Captação de pelo menos uma imagem de um desenho determinístico marcado a validar (6) em um objeto marcado a validar (11) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13);
- 5 g) Cálculo de pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado a validar (9), executado pelo aparelho computacional (13), com base em pelo menos uma imagem de um desenho determinístico marcado a validar (3);
- 10 h) Validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado num objeto marcado a validar (11), por meio da comparação das informações calculadas a partir de pelo menos uma imagem do desenho determinístico
- 15 marcado a validar (6) com as informações correspondentes a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5) armazenadas na base de dados (15);
- i) Decisão sobre a autenticidade de pelo menos um
- 20 desenho determinístico marcado a validar (3) materializado em um objeto marcado a validar (11).

2. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e

25 contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o desenho determinístico original (1) compreender uma ou mais linhas contínuas orientadas no tempo e ser baseado em uma função matemática.

30

3. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e

contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** na etapa de armazenamento de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base 5 dados (15), a informação referente às coordenadas do desenho determinístico original (1) ser estabelecida com base em um ou mais troços do desenho determinístico original (1) e as coordenadas de cada troço compreenderem uma ou mais das 10 coordenadas selecionadas do grupo consistindo de coordenadas paramétricas temporais, coordenadas bidimensionais ou imagens binárias.

4. O método implementado por computador para 15 intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com a reivindicação anterior, **caracterizado por** as coordenadas de cada troço do desenho determinístico original (1) serem 20 coordenadas paramétricas temporais.

5. O método implementado por computador para 25 intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** serem armazenadas informações adicionais no registo na base de dados (15), referente à imagem do desenho determinístico marcado original (5), em que as informações 30 adicionais compreendem uma ou mais do grupo consistindo de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5); informações de data, hora e local da marcação;

informações da rastreabilidade do objeto marcado original (10), incluindo as informações relacionadas às transações e operações em que o dito objeto esteve envolvido; informações sobre o fabricante do objeto marcado original (10); e  
5 informações sobre a categorização do objeto marcado original (10).

6. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e  
10 contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** se efetuar uma marcação a laser de uma marca acessória (16) no objeto marcado original (10), em que a marca  
15 acessória (16) compreende pelo menos uma moldura do desenho determinístico marcado original (2) ou pelo menos uma marcação adjacente ao desenho determinístico marcado original (2).

20 7. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com a reivindicação anterior, **caracterizado por** a marca acessória  
25 (16) atuar como uma chave de indexação para o registo da imagem do desenho determinístico marcado original (5) na base de dados (15).

30 8. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com a

reivindicação anterior, **caracterizado por** a marca acessória (16) compreender um ou mais códigos, selecionados do grupo constituído por códigos binários, por exemplo traços longos e curtos, por marcadores digitais de matriz unidimensional  
5 e por marcadores digitais de matriz bidimensional.

9. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da  
10 autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** a marcação a laser do desenho determinístico original (1), obtendo-se o desenho determinístico marcado original (2), ser efetuada em uma porção do objeto marcado original  
15 (10), em que a dita porção é constituída de um ou mais materiais selecionados a partir de plásticos, madeira, ligas metálicas e metais, por exemplo o ouro, a prata, a platina e o paládio.

20 10. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado**  
25 **por** o objeto marcado original (10) ser selecionado do grupo constituído por moedas; medalhas; jóias; barras de metais preciosos; esculturas metálicas; relógios; canetas; faqueiros e artefactos metálicos, por exemplo, peças de dispositivos elétricos, peças de dispositivos eletrónicos,  
30 peças para a indústria automotiva e peças para a indústria da aviação.

11. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** a etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado num objeto marcado a validar (11), por meio da comparação das informações calculadas a partir de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com as informações correspondentes a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), armazenadas na base de dados (15), compreender a comparação de uma ou mais das características geométricas e/ou uma ou mais das características de textura e/ou uma ou mais características fotométricas e/ou uma ou mais características radiométricas e/ou uma ou mais características de profundidade tridimensional e/ou uma ou mais das características de densidade de partículas de dispersão aleatória e/ou uma ou mais características cromáticas na imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com as respectivas características na imagem do desenho determinístico marcado original (5), em que as ditas características da imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) e da imagem do desenho determinístico marcado original (5) são definidas, respetivamente, por meio de um ou mais descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) e por meio de um ou mais descritores do desenho determinístico marcado original (8).

30

12. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da

autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado  
5 em um objeto marcado a validar (11), ser utilizada uma análise por meio da comparação entre as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) e as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado original (8), opcionalmente compreendendo fatores de  
10 ponderação associados a um ou mais dos respectivos descritores.

13. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e  
15 contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado  
20 em um objeto marcado a validar (11), ser utilizada uma análise por meio de uma ou mais relações de distâncias entre descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) e os descritores do desenho determinístico marcado original (8), opcionalmente compreendendo fatores de ponderação  
25 associados a um ou mais das ditas relações de distância.

14. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e  
30 contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado

em um objeto marcado a validar (11), ser utilizada uma análise por meio de uma rede neuronal configurada por meio dos seguintes passos:

- 5 i. Seleção de um primeiro conjunto amostral com um número de coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado original (8) para treinamento da rede neuronal;
- 10 ii. Seleção de um segundo conjunto amostral com um número de coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) para treinamento da rede neuronal;
- 15 iii. Estabelecimento de diferenças normalizadas entre as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado original (8) e as coordenadas dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9);
- 20 iv. Estabelecimento de intervalos de valores de aceitação para resultados de verificação positivos entre a imagem do desenho determinístico marcado original (5) e a imagem do desenho determinístico marcado a validar (6).

15 25 30 15. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado em um objeto marcado a validar (11), compreender a análise das características de textura na imagem do desenho determinístico marcado original (5) por meio de uma ou mais

das técnicas do histograma de modelos binários locais (LPBH), do histograma dos gradientes orientados (HoG) e da matriz de coocorrência em escala de tons de cinzento (GLCM).

5                   16. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado**  
10 **por** serem utilizados descritores do desenho determinístico marcado original (8) e descritores do desenho determinístico marcado a validar (9), obtidos a partir da aplicação de uma ou mais das técnicas do histograma de modelos binários locais (LPBH), do histograma dos gradientes orientados (HoG) e da  
15 matriz de coocorrência em escala de tons de cinzento (GLCM), em que são calculadas as diferenças entre as ditas técnicas aplicadas a um ou mais descritores do desenho determinístico marcado original (8) e a um ou mais descritores do desenho determinístico marcado a validar (9).

20

                  17. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e rastreamento do objeto de acordo com qualquer  
25 uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado em um objeto marcado a validar (11), ser utilizado um meio de leitura ótica (12) compreendendo uma câmara fotográfica.

30

                  18. O método implementado por computador para intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da

autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado em um objeto marcado a validar (11), compreender os seguintes passos:

- i. Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13);
- ii. Cálculo dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) executado pelo aparelho computacional (13);
- iii. Pesquisa em pelo menos uma base de dados (15) pelos descritores do desenho determinístico marcado original (8) em que a base de dados (15) com informações da imagem do desenho determinístico marcado original (5) é acedida por meio do servidor (14);
- iv. Validação de uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) por meio da comparação no servidor (14) dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) com os descritores do desenho determinístico marcado original (8);
- v. Decisão sobre a autenticidade de um objeto marcado a validar (11) no servidor (14);
- vi. Envio da decisão sobre a autenticidade pelo servidor (14) para o aparelho computacional (13).

19. O método implementado por computador para

intensificação do nível de segurança contra adulteração e contrafação de um objeto e para propiciar a validação da autenticidade e o rastreamento do objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado**  
5 **por** na etapa de validação da autenticidade de pelo menos um desenho determinístico marcado a validar (3), materializado em um objeto marcado a validar (11), compreender os seguintes passos:

- 10 i. Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13);
- 15 ii. Cálculo dos descritores do desenho determinístico marcado a validar (9) executado pelo aparelho computacional (13);
- 20 iii. Validação de uma imagem do desenho determinístico marcado a validar (6) em um objeto marcado a validar (11) por meio da comparação executada no aparelho  
computacional (13) dos descritores do  
desenho determinístico marcado a validar (9) com os descritores do desenho determinístico  
25 marcado original (8);
- iv. Decisão sobre a autenticidade de um objeto  
30 marcado a validar (11) no aparelho  
computacional (13).

20. Um método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra  
30 adulteração e contrafação **caracterizado por** compreender as seguintes etapas:

- a) Preparação de um desenho determinístico original (1);
- b) Marcação a laser do desenho determinístico original (1), preparado no passo a), na superfície de um objeto, materializando-se um desenho determinístico marcado original (2) num objeto marcado original (10);
- c) Captação de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5) com um meio de leitura ótica (12) presente em um aparelho computacional (13), obtendo-se pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5);
- d) Associação de pelo menos uma informação a pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5), obtendo-se pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado original (8);
- e) Armazenamento de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base dados (15), em que a informação armazenada compreende pelo menos um descritor do desenho determinístico marcado original (8), pelo menos uma identificação para o registo na base de dados e uma ou mais coordenadas do desenho determinístico original (1).

21. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com a reivindicação anterior, **caracterizado por** o desenho determinístico original (1) compreender uma ou mais linhas contínuas orientadas no tempo e ser baseado em uma função matemática.

22. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 e 21, **caracterizado por** na etapa de armazenamento de pelo menos uma informação associada à imagem do desenho determinístico marcado original (5) em uma base dados (15), a informação referente às coordenadas do desenho determinístico original (1) ser estabelecida com base em um ou mais troços do desenho determinístico original (1) e as coordenadas de cada troço compreenderem uma ou mais das coordenadas selecionadas do grupo consistindo de coordenadas paramétricas temporais, coordenadas bidimensionais ou imagens binárias.

15

23. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com a reivindicação anterior, **caracterizado por** as coordenadas de cada troço da do desenho determinístico original (1) serem coordenadas paramétricas temporais.

20

24. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 23, **caracterizado por** serem armazenadas informações adicionais no registo na base de dados (15), referente à imagem do desenho determinístico marcado original (5), em que as informações adicionais compreendem uma ou mais do grupo consistindo de pelo menos uma imagem do desenho determinístico marcado original (5); informações de data, hora e local da marcação; informações da rastreabilidade do objeto marcado original (10), incluindo

25

30

as informações relacionadas às transações e operações em que o dito objeto esteve envolvido; informações sobre o fabricante do objeto marcado original (10); e informações sobre a categorização do objeto marcado original (10).

5

25. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 24, **caracterizado por** se efetuar uma  
10 marcação a laser de uma marca acessória (16) no objeto marcado original (10), em que a marca acessória (16) compreende pelo menos uma moldura do desenho determinístico marcado original (2) ou pelo menos uma marcação adjacente ao desenho determinístico marcado original (2).

15

26. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com a reivindicação anterior, **caracterizado por** a marca acessória (16) atuar  
20 como uma chave de indexação para o registo da imagem do desenho determinístico marcado original (5) na base de dados (15).

27. O método para preparar um objeto marcado  
25 original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com a reivindicação anterior, **caracterizado por** a marca acessória (16) compreender um ou mais códigos, selecionados do grupo constituído por códigos binários, por exemplo traços longos  
30 e curtos, por marcadores digitais de matriz unidimensional e por marcadores digitais de matriz bidimensional.

28. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 27, **caracterizado por** a marcação a laser do desenho determinístico original (1), obtendo-se o desenho determinístico marcado original (2), ser efetuada em uma porção do objeto marcado original (10), em que a dita porção é constituída de um ou mais materiais selecionados a partir de plásticos, madeira, ligas metálicas e metais, por exemplo o ouro, a prata, a platina e o paládio.

29. O método para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 28, **caracterizado por** o objeto marcado original (10) ser selecionado do grupo constituído por moedas; medalhas; jóias; barras de metais preciosos; esculturas metálicas; relógios; canetas; faqueiros e artefactos metálicos, por exemplo, peças de dispositivos elétricos, peças de dispositivos eletrónicos, peças para a indústria automotiva e peças para a indústria da aviação.

30. Um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação, **caracterizado por** o objeto marcado original (10) compreender pelo menos um desenho determinístico marcado original (2), materializado em uma superfície do dito objeto por meio de uma marcação a laser, em que pelo menos um desenho determinístico marcado original (2) é marcado a laser com base em pelo menos um desenho determinístico original (1).

31. O objeto marcado original (10) com nível de

segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com a reivindicação anterior, **caracterizado por** o objeto marcado original (10) ser preparado por meio do método definido em qualquer uma das reivindicações 21 a 30.

5

32. O objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com qualquer uma das reivindicações 30 e 31, **caracterizado por** o objeto marcado original (10) possuir o  
10 desenho determinístico marcado original (2) efetuado em uma porção do objeto marcado original (10), em que a dita porção é constituída de um ou mais materiais selecionados a partir de plásticos, madeira, ligas metálicas e metais, por exemplo o ouro, a prata, a platina e o paládio.

15

33. O objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação de acordo com qualquer uma das reivindicações 30 a 32, **caracterizado por** o objeto marcado original (10) ser  
20 selecionado do grupo constituído por moedas; medalhas; jóias; barras de metais preciosos; esculturas metálicas; relógios; canetas; faqueiros e artefactos metálicos, por exemplo, peças de dispositivos elétricos, peças de dispositivos eletrónicos, peças para a indústria automotiva  
25 e peças para a indústria da aviação.

30

34. Um aparelho computacional (13), **caracterizado por** compreender meios adaptados para executar as etapas do método definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 19.

35. Um aparelho computacional (13), **caracterizado por** compreender meios adaptados para executar as etapas do

método definido em qualquer uma das reivindicações 20 a 29.

36. Um programa de computador, **caracterizado por** compreender instruções para propiciar que o aparelho  
5 computacional (13), conforme definido na reivindicação 34, execute as etapas do método definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 19.

37. Um programa de computador, **caracterizado por**  
10 compreender instruções para propiciar que o aparelho computacional (13), conforme definido na reivindicação 35, execute as etapas do método definido em qualquer uma das reivindicações 20 a 29.

15 38. Um meio de leitura por um aparelho computacional, **caracterizado por** compreender a instalação do programa de computador, conforme definido na reivindicação 36.

20 39. Um meio de leitura por um aparelho computacional, **caracterizado por** compreender a instalação do programa de computador, conforme definido na reivindicação 37.

25 40. Um aparato para preparar um objeto marcado original (10) com nível de segurança intensificado contra adulteração e contrafação, **caracterizado por** compreender meios adaptados para controlar o dispositivo emissor de um feixe de laser e o dito aparato sendo configurado para  
30 executar o método definido em qualquer uma das reivindicações 20 a 29.

Lisboa, 30 de agosto de 2019

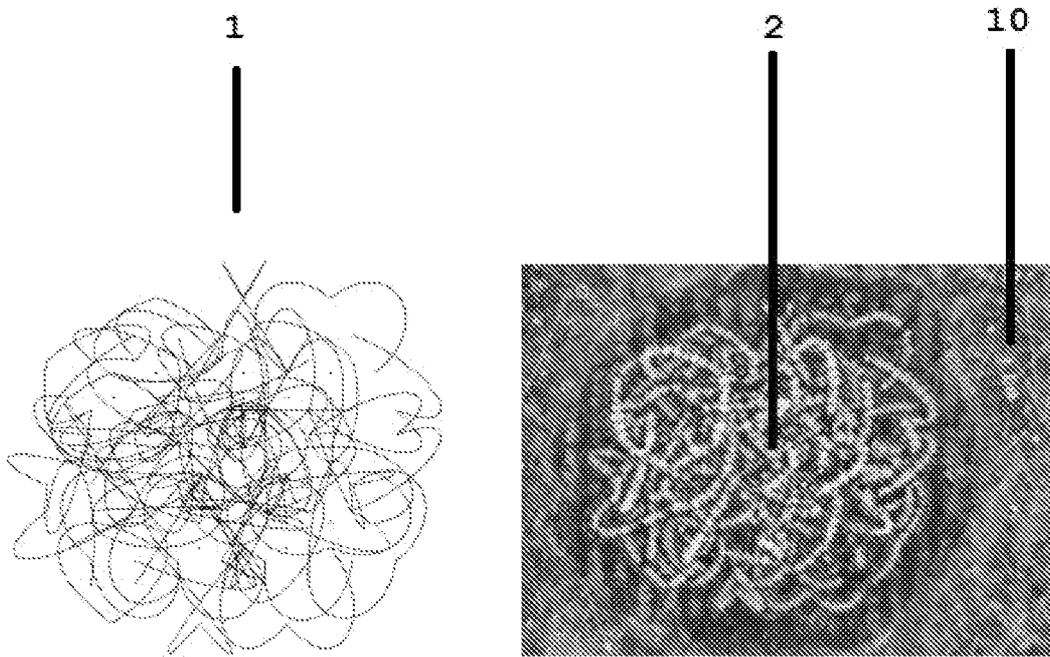


Figura 1

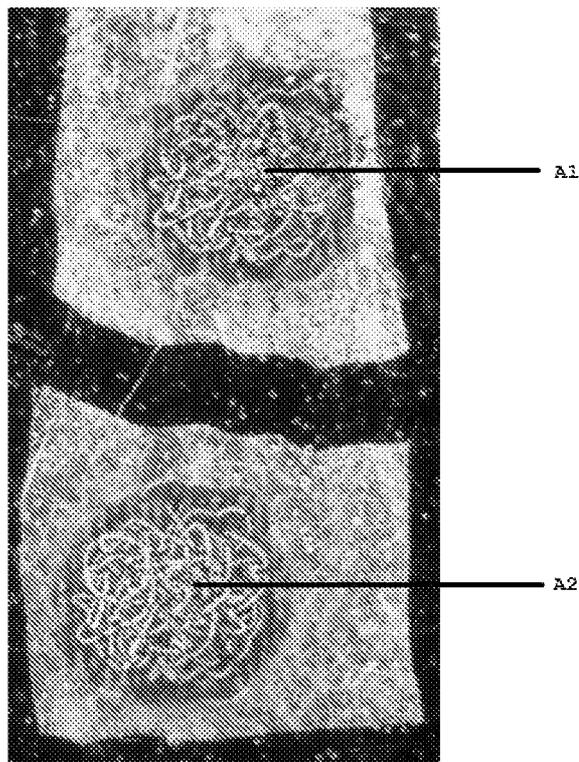


Figura 2

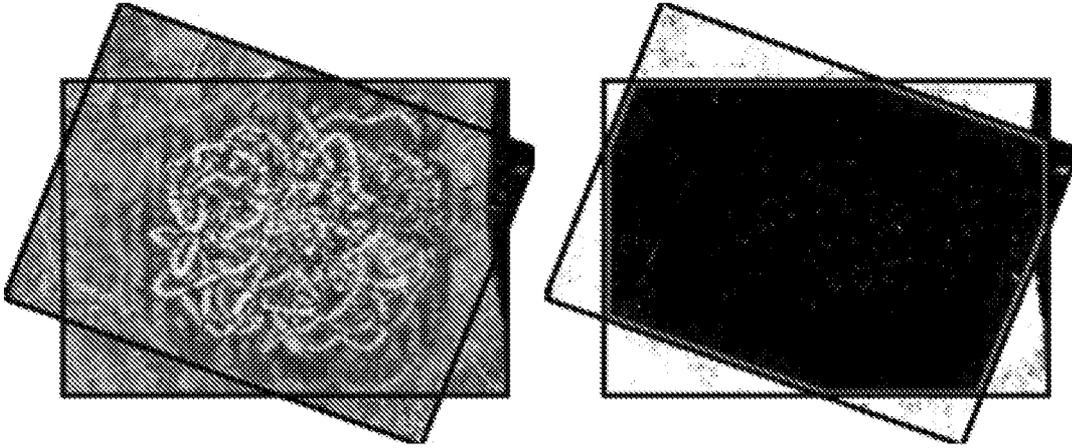


Figura 3

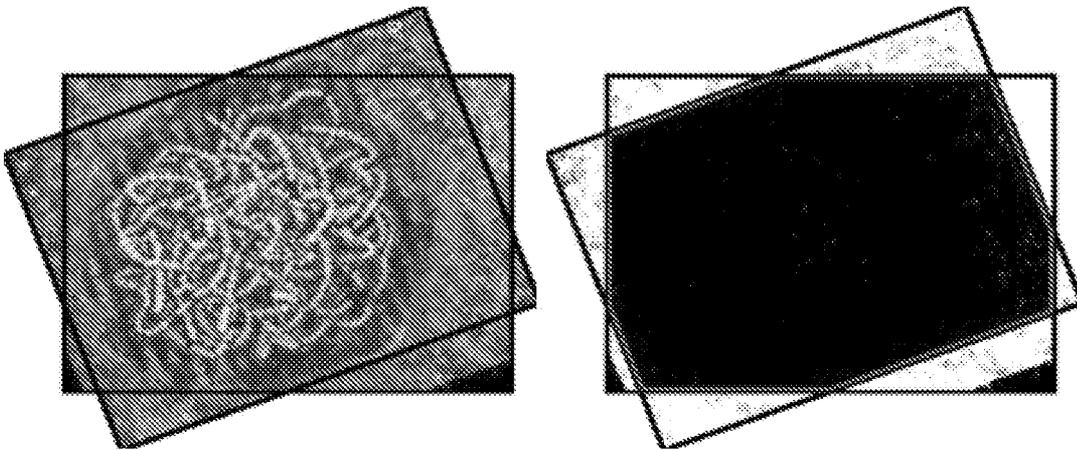


Figura 4

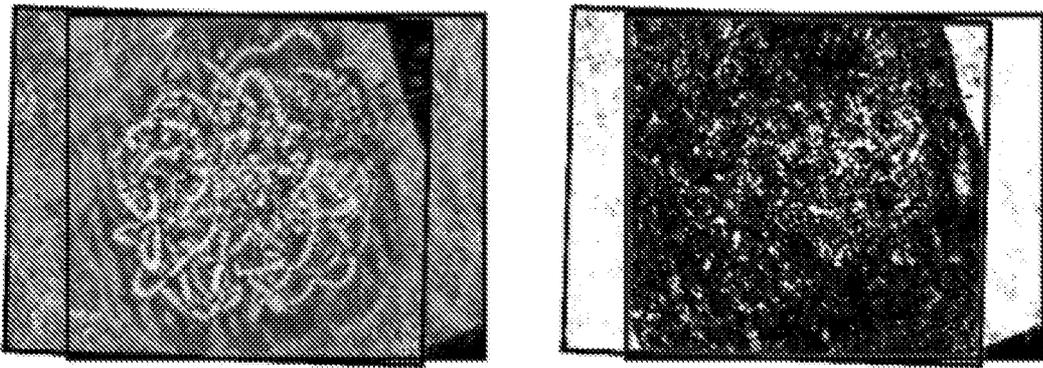


Figura 5

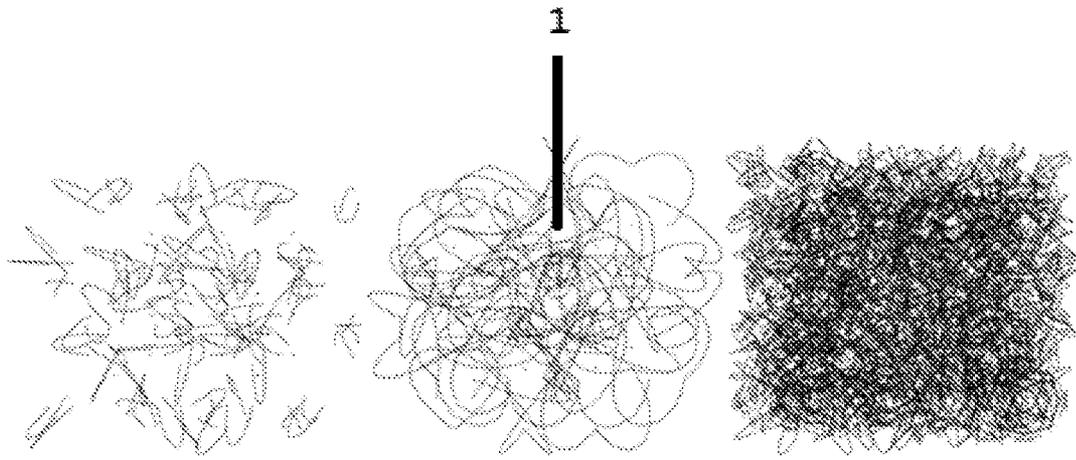


Figura 6



Figura 7

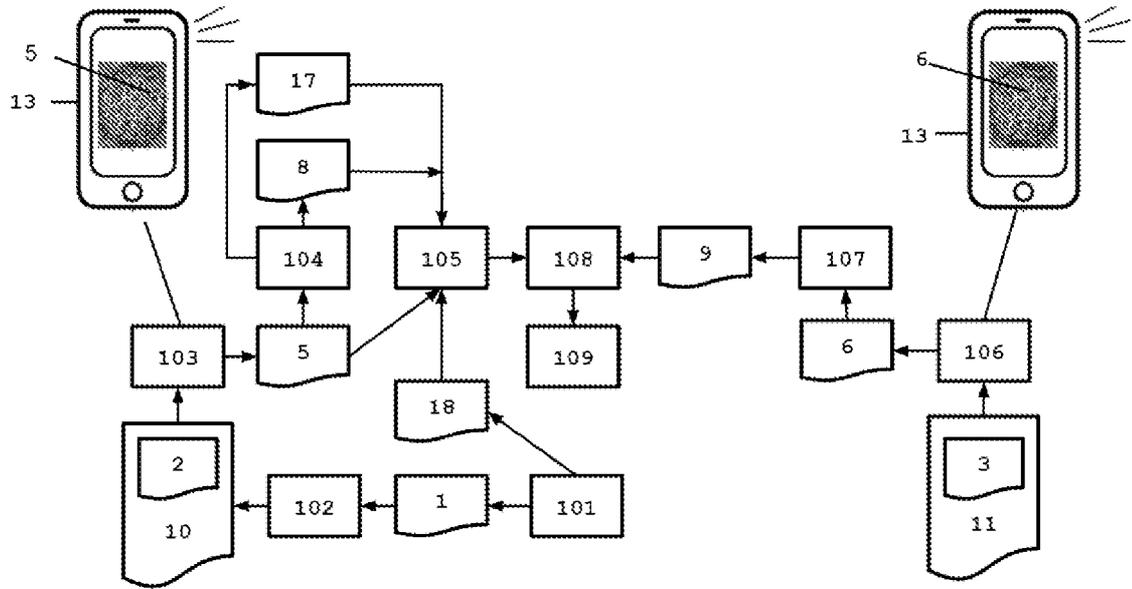


Figura 8

## A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

INV. G06Q30/00 B41M5/24 G06K9/00

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

## B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

G06Q B41M G06K

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
Y	US 2017/355215 A1 (MIAO ZHUONAN [HK] ET AL) 14 de dezembro de 2017 (14-12-2017) abstrato parágrafo [0011] - parágrafo [0021] parágrafo [0038] - parágrafo [0044] parágrafo [0049] parágrafo [0061] - parágrafo [0066] parágrafo [0070] - parágrafo [0074] parágrafo [0083] - parágrafo [0085] parágrafo [0090] - parágrafo [0092]	1-40
Y	WO 2012/126008 A2 (UNIV NEW YORK [US]) 20 de setembro de 2012 (20/09/2012) parágrafo [00108] - parágrafo [0010] parágrafo [0059] - parágrafo [0062] ----- -/-	1-40

 Documentos adicionais estão listados na continuação do Quadro C Ver o anexo de família da patentes

\* Categorias especiais dos documentos citados:

"A" documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.	"T" documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita com o depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.
"E" depósito ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional.	"X" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.
"L" documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial (como especificado).	"Y" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com um outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.
"O" documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.	"&" documento membro da mesma família de patentes.
"P" documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.	

Data da conclusão da pesquisa internacional

20 December 2019

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

10/01/2020

Nome e endereço da ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Funcionário autorizado

Lopes Margarido, C

Nº de fax:

Nº de telefone:

Categoria*	Citação do documento com indicação de partes relevantes, quando apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
Y	WO 97/25177 A1 (KAPLAN LAZARE INT [US]; KAPLAN GEORGE R [US] ET AL.) 17 de julho de 1997 (17/07/1997) página 11, linha 5 - linha 13 página 15, linha 13 - linha 14 página 16, linha 10 - linha 26	6-19, 25-29
A	----- SALOOMEH SHARIATI ET AL: "Random Profiles of Laser Marks", PROCEEDINGS OF THE 31ST WIC SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY IN THE BENELUX, 1 de maio de 2010 (01/05/2010), XP055654234, todo o documento -----	1-40

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL  
 Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional Nº  
 PCT/PT2019/050031

US 2017355215	A1	14-12-2017	CN	107486627	A	19-12-2017
			CN	207930162	U	02-10-2018
			HK	1223776	A2	04-08-2017
			US	2017355215	A1	14-12-2017
			WO	2017211275	A1	14-12-2017
-----						
WO 2012126008	A2	20-09-2012	CN	103502811	A	08-01-2014
			CN	105303164	A	03-02-2016
			EP	2686676	A2	22-01-2014
			JP	6161543	B2	12-07-2017
			JP	2014511993	A	19-05-2014
			KR	20140018296	A	12-02-2014
			US	2014205153	A1	24-07-2014
			WO	2012126008	A2	20-09-2012
-----						
WO 9725177	A1	17-07-1997	AT	490837	T	15-12-2010
			AU	699816	B2	17-12-1998
			BR	9612467	A	13-07-1999
			CA	2238612	A1	17-07-1997
			CN	1205663	A	20-01-1999
			CN	1425912	A	25-06-2003
			CN	1568857	A	26-01-2005
			EP	1021271	A1	26-07-2000
			EP	2216126	A2	11-08-2010
			HK	1017298	A1	06-05-2005
			HK	1073233	A1	05-01-2007
			IL	124034	A	23-12-2001
			IL	140513	A	17-09-2003
			JP	3238875	B2	17-12-2001
			JP	4160274	B2	01-10-2008
			JP	4220515	B2	04-02-2009
			JP	4440982	B2	24-03-2010
			JP	4584904	B2	24-11-2010
			JP	H09225659	A	02-09-1997
			JP	2002028793	A	29-01-2002
			JP	2006110633	A	27-04-2006
			JP	2007083311	A	05-04-2007
			JP	2008178915	A	07-08-2008
			KR	100344886	B1	22-07-2002
			KR	19990072097	A	27-09-1999
			RU	2205733	C2	10-06-2003
			US	5932119	A	03-08-1999
			US	6211484	B1	03-04-2001
			US	6476351	B1	05-11-2002
			US	2003019852	A1	30-01-2003
			US	2004159641	A1	19-08-2004
			US	2005005642	A1	13-01-2005
			US	2005103760	A1	19-05-2005
US	2008000885	A1	03-01-2008			
US	2008043220	A1	21-02-2008			
WO	9725177	A1	17-07-1997			
-----						

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/PT2019/050031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G06Q30/00 B41M5/24 G06K9/00  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06Q B41M G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2017/355215 A1 (MIAO ZHUONAN [HK] ET AL) 14 December 2017 (2017-12-14) abstract paragraph [0011] - paragraph [0021] paragraph [0038] - paragraph [0044] paragraph [0049] paragraph [0061] - paragraph [0066] paragraph [0070] - paragraph [0074] paragraph [0083] - paragraph [0085] paragraph [0090] - paragraph [0092] -----	1-40
Y	WO 2012/126008 A2 (UNIV NEW YORK [US]) 20 September 2012 (2012-09-20) paragraph [0008] - paragraph [0010] paragraph [0059] - paragraph [0062] ----- -/--	1-40

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 20 December 2019	Date of mailing of the international search report 10/01/2020
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Lopes Margarido, C
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/PT2019/050031

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>WO 97/25177 A1 (KAPLAN LAZARE INT [US]; KAPLAN GEORGE R [US] ET AL.) 17 July 1997 (1997-07-17) page 11, line 5 - line 13 page 15, line 13 - line 14 page 16, line 10 - line 26</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	6-19, 25-29
A	<p>SALOOMEH SHARIATI ET AL: "Random Profiles of Laser Marks", PROCEEDINGS OF THE 31ST WIC SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY IN THE BENELUX, 1 May 2010 (2010-05-01), XP055654234, the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-40

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/PT2019/050031

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2017355215	A1	14-12-2017	CN 107486627 A	19-12-2017
			CN 207930162 U	02-10-2018
			HK 1223776 A2	04-08-2017
			US 2017355215 A1	14-12-2017
			WO 2017211275 A1	14-12-2017
-----				
WO 2012126008	A2	20-09-2012	CN 103502811 A	08-01-2014
			CN 105303164 A	03-02-2016
			EP 2686676 A2	22-01-2014
			JP 6161543 B2	12-07-2017
			JP 2014511993 A	19-05-2014
			KR 20140018296 A	12-02-2014
			US 2014205153 A1	24-07-2014
			WO 2012126008 A2	20-09-2012
-----				
WO 9725177	A1	17-07-1997	AT 490837 T	15-12-2010
			AU 699816 B2	17-12-1998
			BR 9612467 A	13-07-1999
			CA 2238612 A1	17-07-1997
			CN 1205663 A	20-01-1999
			CN 1425912 A	25-06-2003
			CN 1568857 A	26-01-2005
			EP 1021271 A1	26-07-2000
			EP 2216126 A2	11-08-2010
			HK 1017298 A1	06-05-2005
			HK 1073233 A1	05-01-2007
			IL 124034 A	23-12-2001
			IL 140513 A	17-09-2003
			JP 3238875 B2	17-12-2001
			JP 4160274 B2	01-10-2008
			JP 4220515 B2	04-02-2009
			JP 4440982 B2	24-03-2010
			JP 4584904 B2	24-11-2010
			JP H09225659 A	02-09-1997
			JP 2002028793 A	29-01-2002
			JP 2006110633 A	27-04-2006
			JP 2007083311 A	05-04-2007
			JP 2008178915 A	07-08-2008
			KR 100344886 B1	22-07-2002
			KR 19990072097 A	27-09-1999
			RU 2205733 C2	10-06-2003
			US 5932119 A	03-08-1999
			US 6211484 B1	03-04-2001
			US 6476351 B1	05-11-2002
			US 2003019852 A1	30-01-2003
			US 2004159641 A1	19-08-2004
			US 2005005642 A1	13-01-2005
			US 2005103760 A1	19-05-2005
US 2008000885 A1	03-01-2008			
US 2008043220 A1	21-02-2008			
WO 9725177 A1	17-07-1997			
-----				