



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

**(11) PI 0816849-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 15/09/2008**

**(45) Data de Concessão: 02/07/2019**

---

**(54) Título:** PROCESSO E DISPOSITIVO DE MARCAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE E PROCESSO E DISPOSITIVO DE LEITURA DE UMA IMAGEM

**(51) Int.Cl.:** B41M 3/14; B41M 5/24; B41M 5/26; B82B 3/00; G06K 7/12; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 13/09/2007 FR 0706427.

**(73) Titular(es):** ADVANCED TRACK & TRACE.

**(72) Inventor(es):** ERIC AUDOUARD; ALAIN FOUCOU; JEAN-PIERRE MASSICOT; ZBIGNIEW SAGAN; BENJAMIN DUSSE; MICHEL JOURLIN; HERVÉ SODER.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2008001292 de 15/09/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/090324 de 23/07/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 15/03/2010

**(57) Resumo:** PROCESSO E DISPOSITIVO DE MARCAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE E PROCESSO E DISPOSITIVO DE LEITURA DE UMA IMAGEM O processo de marcação de uma superfície por nanoestruturas periódicas controladas comporta: uma etapa (500) de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem que comporta valores representativos da informação codificada e uma etapa (06 a 514) de marcação, ponto por ponto, de uma zona dessa superfície com um feixe laser polarizado para formar nanoestruturas orientadas sobre ou nessa superfície, modulando a polarização do feixe laser para cada ponto de marcação em função do valor de um ponto dessa imagem. Em modos de realização, durante a etapa de marcação, utiliza-se um laser de impulsos de uma duração inferior a  $10 \times 10^{-12}$  segundo u meio de polarização da luz oriunda da fonte laser e atingindo essa superfície adaptada para polarizar a luz, segundo um eixo de polarização variável em função de um sinal recebido por esse meio de polarização.

**PROCESSO E DISPOSITIVO DE MARCAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE E  
PROCESSO E DISPOSITIVO DE LEITURA DE UMA IMAGEM**

A presente invenção se refere a um processo e a um dispositivo de marcação de uma superfície por nanoestruturas periódicas controladas e um processo e um dispositivo de leitura de informação sobre essa superfície. Ela se aplica, em particular, à marcação de um objeto ou de um documento, visando sua identificação, sua traçabilidade e sua autenticação.

Conhecem-se numerosos meios de marcação, por exemplo, por impressão ou por modificação de um estado de superfície. Esses meios de marcação são muito adaptados às marcações em série, mas oferece uma pequena segurança em matéria de identificação ou de autenticação do objeto ou do documento marcado. Em particular, sua reprodução por falsificador é geralmente facilitada.

Além disso, as marcações da técnica anterior são geralmente visíveis, o que facilita sua detecção, sua análise ou sua destruição por um falsificador.

A colocação em evidência da existência de estruturas periódicas, tendo um período de algumas centenas de nanômetros, foi feita cientificamente (ver, por exemplo, o doc de MM.GULLERMIN, F. GARRELIE, N. SANNER, E. AUDOUARD, H. SODER "Mono-and muli-pulse formation of surface structures ubder static fentosecond irradiation" *Accepté à Appl. Surf. SC253, 80975-879 - 2007*).

O documento WO 2007/01215 descreve a realização de uma estrutura de superfície de um material, ou de uma ferramenta de estampagem para fazer aparecer um efeito holográfico sobre essa superfície. Ele utiliza estruturas

auto-adaptativas, implicando uma marcação por traço contínuo, apresentando, por todo o comprimento do traço, estruturas paralelas. Além disso, ele requer dezenas, até mesmo centenas de tiros em cada ponto do traço a marcar. Em 5 conseqüência dessas duas características, esse processo de marcação é muito lento e não permite inscrever outras informações que os símbolos traçados com os traços.

O documento EP 1 586 405 descreve uma micro-usinagem, formando estruturas por tiro laser. Essa usinagem visa, por 10 exemplo, a melhorar a interface mecânica entre duas peças. Ela não permite, portanto, de modo nenhum, lutar contra a falsificação.

A presente invenção visa a prevenir esses inconvenientes.

15 Para isso, segundo um primeiro aspecto, a presente invenção visa a um processo de marcação de uma superfície, caracterizado pelo fato de comportar:

- uma etapa de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem comportando valores representativos da 20 informação codificada; e

- uma etapa de marcação, ponto por ponto, de uma zona dessa superfície com um feixe laser polarizado para formar nanoestruturas orientadas sobre ou nessa superfície, modulando a polarização do feixe laser para cada ponto de 25 marcação em função de um valor de um ponto dessa imagem.

Assim, a presente invenção utiliza nanoestruturas discretas para a codificação de informação, utilizando a orientação dessas nanoestruturas. Observa-se que a presente invenção se aplica à marcação de todos os tipos de 30 materiais, provocando uma estruturação de superfície por

orientação de nanoestruturas para registrar, ponto por ponto, da informação na marcação, essa orientação tendo um efeito sobre a luz e permitindo, portanto, uma leitura, portanto, de uma leitura da imagem. A aplicação da presente  
5 invenção permite, portanto, ao mesmo tempo, uma marcação muito rápida e uma forte densidade de informação sobre a zona marcada da superfície.

A informação representada por essa imagem é, preferencialmente, uma informação adaptada à identificação,  
10 à autenticação e/ou a traçabilidade da superfície marcada.

De acordo uma das características particulares, no decorrer da etapa de marcação, marca-se uma zona de referência representativa de uma orientação a utilizar no  
15 decorrer de uma etapa de leitura dessa marcação. Graças a essas disposições, quando da leitura do código, pode-se orientar precisamente a iluminação e aumentar a legibilidade do código.

De acordo com características particulares, o processo  
20 de marcação, tal como sucintamente exposto acima comporta uma etapa de determinação de uma assinatura representativa de características físicas de pontos da imagem marcada e uma etapa de memorização dessa assinatura.

Por exemplo, essa característica física representa uma  
25 posição de irregularidade de estrutura, uma focalização de feixe laser, uma potência de feixe laser, um número de tiros, um ângulo de incidência ou um ângulo de polarização. Assim, se pode posteriormente identificar a superfície marcada a partir de sua assinatura. E, se uma superfície  
30 autêntica serviu para realizar cópias, pelo menos para a

primeira geração de cópias, a determinação da superfície autêntica que serviu será provável. Aumentam-se assim os meios de luta contra a falsificação que forneceu a presente invenção.

5 Segundo características particulares, no decorrer da etapa de marcação, pelo menos a metade da superfície da zona marcada recebe apenas um único tiro laser. Graças a essas disposições, a velocidade de marcação é aumentada.

10 Segundo características particulares, no decorrer da etapa de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem, comportando valores representativos da informação codificada, cada ponto dessa imagem pode assumir pelo menos três valores diferentes e, no decorrer da etapa de marcação, se modula a polarização do feixe laser, segundo  
15 pelo menos três direções, cada direção de polarização sendo associada a um dos valores de pontos dessa imagem. Assim, forma-se uma zona marcada que, uma vez iluminada com uma orientação de iluminação apropriada, é multicolor e por uma forte densidade de informação.

20 Segundo características particulares, no decorrer da etapa de marcação, utiliza-se um laser de impulsos de uma duração inferior a  $10 \times 10^{-12}$  segundo.

25 Segundo características particulares, o processo, tal como sucintamente exposto acima, comporta uma etapa de leitura dessa imagem marcada sobre essa superfície e uma etapa de verificação de qualidade em função da imagem lida. A qualidade de marcação é assim garantida.

30 Segundo características particulares, no decorrer da etapa de marcação, utiliza-se um feixe laser de dimensão inferior a 25  $\mu\text{m}$ .

Segundo características particulares, no decorrer da etapa de marcação, realizam-se pontos espaçados de menos de 10 µm.

5 Segundo características particulares, no decorrer da etapa de marcação, utiliza-se um feixe laser que emite uma luz cujo comprimento de onda está próximo de 800 nm.

10 Segundo características particulares, no decorrer da etapa de codificação, faz-se variar essa imagem para cada uma das etapas de marcação a realizar. Graças a essas disposições, por simples leitura do código representado pela marcação, pode-se identificar a superfície que porta a marca e, portanto, o produto que a porta.

15 Segundo características particulares, no decorrer da etapa de codificação, essa informação é representativa de dados relativos a um objeto ou documento que comporta essa superfície. Graças a essas disposições, a leitura direta de pelo menos uma parte do código representado pela marcação fornece uma identificação do objeto, independentemente de um código de barras.

20 De acordo com um segundo aspecto, a presente invenção visa um dispositivo de marcação de uma superfície, caracterizado pelo fato de comportar:

- um meio de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem; e

25 - um meio de marcação dessa superfície com um feixe laser polarizado para formar nanoestruturas orientadas sobre ou nessa superfície, modulando a polarização do feixe laser em função de cada ponto dessa imagem a formar sobre essa superfície.

30 De acordo com um terceiro aspecto, a presente invenção

visa um processo de leitura de uma imagem marcada sobre uma superfície, caracterizado pelo fato de comportar:

- uma etapa de captura de uma imagem eletrônica dessa imagem marcada sobre essa superfície;

5       - uma etapa de tratamento da cor de pontos dessa imagem captada e

- uma etapa de decodificação de uma informação em função da cor desses pontos da imagem captada.

Segundo características particulares, no decorrer da  
10 etapa de captura de uma imagem eletrônica, orienta-se uma fonte de iluminação para iluminar a imagem marcada com uma orientação pré-determinada. Graças a essas disposições, a leitura do código é melhorada.

Segundo características particulares, o processo de  
15 leitura objeto da presente invenção, tal como sucintamente exposto acima comporta uma etapa de leitura de uma marca portada por essa superfície e no decorrer da etapa de captura de uma imagem eletrônica, determina-se a orientação da fonte de iluminação em relação a essa imagem marcada em  
20 função dessa marca lida. Graças a essas disposições, o escoramento automático da posição respectiva da superfície marcada e da fonte de luz é facilitado.

Segundo características particulares, o processo de  
leitura, tal como sucintamente exposto acima comporta uma  
25 etapa de determinação de autenticidade da imagem marcada, em função da informação decodificada. Essa informação permite a identificação, seja por seu conteúdo, seja pelos erros que a informação decodificada continha no decorrer da decodificação.

30       Segundo características particulares, o processo de

leitura, tal como sucintamente exposto acima comporta uma etapa de determinação de uma assinatura representativa de pontos da imagem marcada e uma etapa de comparação dessa assinatura com assinaturas conservadas na memória.

5 De acordo com um quarto aspecto, a presente invenção visa um dispositivo de leitura de uma imagem marcada sobre uma superfície, caracterizado pelo fato de comportar:

- um meio de captura de uma imagem eletrônica dessa imagem marcada sobre essa superfície;

10 - um meio de tratamento de cor de pontos dessa imagem captada; e

- um meio de decodificação de uma informação em função da cor desses pontos da imagem captada.

As vantagens, finalidades e características desse dispositivo de marcação, desse processo de leitura e desse dispositivo sendo similares àqueles do processo de marcação, tal como sucintamente exposto acima, não são aqui lembradas.

Outras vantagens, finalidades e características da presente invenção sobressairão da descrição que vai ser feita a seguir, com uma finalidade explicativa e de modo nenhum limitativa com relação aos desenhos anexados, nos quais:

25 - a figura 1 representa, esquematicamente, um modo de realização particular do dispositivo de marcação objeto da presente invenção, e de suas condições de funcionamento;

- a figura 2 é uma ilustração da orientação de nanoestruturas em função da orientação da polarização da luz, orientação levada em graus de ângulo, na figura 2;

30 - a figura 3 representa, esquematicamente, um modo de

realização particular do dispositivo de leitura objeto da presente invenção;

- a figura 4 representa, esquematicamente, cores lidas sobre uma matriz de zonas, em função de uma orientação de  
5 iluminação;

- as figuras 5A e 5B representam, sob a forma de um logigrama, etapas utilizadas em um modo de realização particular do processo de marcação e do processo de leitura objetos da presente invenção;

10 - a figura 6 representa dois exemplos de repartições de cores realizadas com o mesmo dispositivo de marcação e o mesmo dispositivo de leitura em função de parâmetros de marcação diferentes; e

- a figura 7 representa uma evolução de tinta de cor  
15 obtida quando de uma leitura de marca em função da orientação de nanoestruturas.

Observa-se, na figura 1, um meio de comando 100, um laser 101, um espelho 102, um diafragma 103, um polarizador 104, um cujo separador 105, um polarizador 106, um escâner  
20 107 e uma superfície com marcador 108.

O meio de comando 100 do laser 101 é adaptado para determinar uma imagem com marcador sobre a superfície 108, imagem formada de um quadro de zonas, portanto, cada uma, uma informação codificada. As zonas podem ser de formas  
25 idênticas ou diferentes. Na seqüência da descrição e nas figuras, considera-se que todas as zonas do quadro são quadrados de mesmas dimensões. O quadro representado pela imagem a marcar forma assim uma matriz de zonas.

A informação portada por zona pode ser binária ou  
30 não. Conforme descrito depois, pelo menos um (ou cada)

valor de informação portado por uma zona corresponde a uma orientação de polarização específica, um outro valor podendo corresponder a uma ausência de marcação, uma ausência de polarização ou uma polarização de orientação  
5 diferente.

Em modos de realização, o meio de comando 100 recebe uma informação codificada, da parte de um sistema informático. Em outros modos de realização, o meio de comando 100 recebe informação a codificar na imagem e  
10 calcula a imagem após codificação da informação.

Por exemplo, no decorrer da codificação, a informação codificada é representativa de dados relativos a um objeto ou documento que comporta a superfície a marcar. Por exemplo, a informação codificada representa uma referência  
15 de produto, um número de série e/ou de lote, uma data de fabricação, uma referência de fabricante, uma identificação de um proprietário de direitos de propriedade intelectual sobre o produto, uma referência de destinação do produto.

Em modos de realização, os valores das informações portadas pelas zonas representam informações de segurança da superfície, por exemplo, das informações cifradas.  
20

Preferencialmente, cada ponto dessa imagem pode assumir pelo menos três valores diferentes que corresponderão respectivamente, quando da marcação a pelo  
25 menos três valores de ângulos de polarização do feixe laser.

Em modos de realização, para cada superfície ou objeto a marcar, o meio de comando 100 faz variar a imagem de maneira que cada marcação corresponda a uma imagem  
30 específica.

O meio de comando 100 comanda a orientação de polarização do polarizador 106, segundo uma varredura da imagem, por exemplo, linha por linha e, em cada linha, coluna por coluna.

5 Em modos de realização, o meio de comando 100 comanda também a focalização de feixe laser, a potência de feixe laser, o número de tiros e/ou o ângulo de incidência ponto por ponto, fazendo-o variar de um ponto a um outro em função da imagem codificada.

10 O laser 101 é, em modos de realização, uma fonte laser que emite impulsos de uma duração da ordem da centena de femtosegundo ( $100 \times 10^{-15}$  segundo) e, preferencialmente, inferior a essa duração.

O espelho 102 efetua, no caso, um simples envio de  
15 ângulo. Ele serve para aumentar a compacidade do dispositivo objeto da presente invenção.

O diafragma 103 é posicionado no plano da imagem do sistema óptico e define assim a dimensão de cada zona marcada durante um tiro.

20 O polarizador 104 e o cubo separador 105 realizam conjuntamente um atenuador que serve para adaptar a potência do feixe laser sobre uma superfície a marcar 108. Nota-se que outros meios de atenuação de tipo conhecido podem substituir os elementos 104 e 105 para realizar essa  
25 função de atenuação.

O polarizador 106 é adaptado para polarizar a luz que atinge a superfície a marcar 108, por polarização da luz proveniente do cubo separador 105, o ângulo de polarização dependendo do valor de um sinal que representa a imagem que  
30 codifica uma informação, sinal emitido pelos meios de

comando 100. Por exemplo, o polarizador 106 é um polarizador de cristais líquidos ferroelétricos ou de cerâmicas PLZT ou um polarizador estático colocado em rotação por um motor elétrico (não representado).

5 O escâner 107 é adaptado para provocar a varredura da superfície 108, de maneira sincronizada com a varredura da imagem fornecida pelo meio de comando 100. Realiza-se assim uma varredura sincronizada, por um lado, de cada linha da imagem fornecida pelo meio de comando 100 e, por outro  
10 lado, de linhas paralelas sobre a superfície a marcar 108. Por exemplo, o escâner 107 é munido de espelhos montados sobre cerâmicas piezoelétricas.

A superfície a marcar 108 é, por exemplo, em metal em silício, em papel, em matérias plásticas ou papelão. Anota-se que, em geral, qualquer material pode assim ser marcado,  
15 mas que as potências colocadas em jogo são diferentes. Por exemplo, elas são superiores para marcar materiais metálicos do que para marcar materiais dielétricos.

Observam-se também, na figura 1, um meio de captura de  
20 imagem 109, um meio de tratamento de imagem 110 e um meio de memorização 111.

O meio de captura de imagem 109 comporta uma fonte de luz orientada conforme exposto depois, e um captador de imagem, por exemplo, uma câmera ou um aparelho foto-  
25 eletrônicos.

O meio de tratamento de imagem 110 é adaptado para determinar, por um lado, a qualidade da marcação e, por outro lado, características físicas da imagem marcada sobre a superfície 108, em função da imagem eletrônica fornecida  
30 pelo meio de captura de imagem 109. Preferencialmente,

essas características físicas representam fenômenos irregulares, imprevisíveis ou aleatórias, como, por exemplo, as posições das bifurcações de linhas.

A partir dessas características físicas, o meio de tratamento de imagem 110 determina uma assinatura da imagem. O funcionamento do meio de tratamento de imagem 110 é detalhado diante das figuras 5A e 5B.

Com efeito, a estrutura das nanoestruturas formadas por irradiação laser ultrabreve não é somente caracterizada por uma periodicidade da ordem de algumas centenas de nanômetros. Características mais finas, ou irregularidades, tais como o número de bifurcações entre linhas das nanoestruturas pseudoperiódicas, o comprimento médio das linhas entre duas bifurcações, as formas das figuras de bifurcação, são também analisadas e quantificadas por algoritmos de análise de imagem adaptados. De uma figura de nanoestruturas pode então ser obtida uma assinatura numérica única de interação particular entre laser e o material (à maneira de uma impressão digital para um ser humano). Essa característica própria é memorizada para ser colocada em proveito em procedimentos de identificação, de autenticação e de traçabilidade.

Em outros modos de realização, a assinatura é representativa de características físicas de pontos da imagem marcada correspondente a um tiro ou uma sucessão de tiros pontuais. Por exemplo, essa característica física é uma focalização de feixe laser, uma potência de feixe laser, um número de tiros, um ângulo de incidência ou um ângulo de polarização. Para determinar essa característica e, em conseqüência, a assinatura da superfície marcada,

utilizam-se, por exemplo,, os dados de calibragem de cores expostos depois (ver notadamente a figura 6). Por exemplo, a repartição das cores obtidas quando da foto é representativa do número de tiros do feixe laser efetuados sobre os pontos considerados.

O meio de memorização 111 é adaptado para conservar a assinatura da imagem e da informação associada, isto é, por exemplo, o conteúdo da informação representada por essa imagem, conteúdo fornecido pelo meio de comando 100.

Em um primeiro modo de utilização da presente invenção, usa-se o dispositivo para marcar um molde, todas as peças moldadas com esse molde reproduzindo a nanoestrutura realizada pelo dispositivo sobre o molde. Anota-se que essa fabricação em série permite, todavia, identificar individualmente as peças moldadas. Para isso, captura-se uma imagem das nanoestruturas e determina-se a posição dos erros aleatórios de moldagem, depois a repartição desses erros aleatórios. Essa repartição é, em seguida, memorizada, por exemplo, em uma base de dados acessível à distância, por exemplo, por intermédio da rede Internet em associação com um identificador da peça (por exemplo, data de fabricação, lote ou número de série individual). Quando do reconhecimento posterior da peça que se deseja identificar, captura-se de novo uma imagem da nanoestrutura, determina-se a posição e a repartição dos erros de moldagem e compara-se essa repartição com aquelas representadas em memória para identificar a peça pelos outros dados memorizados em relação com essa assinatura (por exemplo, número de série, data e local de fabricação, número do lote, destinatário, ordem de fabricação). Anota-

se que essa função de identificação é conjunta com uma função anticópia, qualquer cópia de uma peça moldada ou do molde provocando o aparecimento de erros de cópia adicionais que são marcadas do mesmo modo que a identidade da peça, por exemplo, em função do número total dos erros na marca.

Em um segundo modo de utilização do dispositivo objeto da presente invenção, cada objeto, ou documento, é individualmente o objeto de uma marcação pelo dispositivo, a imagem e a marca assim formada variando, independentemente dos erros de marcação, de um objeto ao outro ou de um lote ao outro.

Observa-se, na figura 2, que, em função do ângulo de polarização do feixe laser, representado sobre setas levando a imagens de mão, a orientação das nanoestruturas varia. Por exemplo, as linhas as mais longas das nanoestruturas 120, realizada com um ângulo de polarização de  $40^\circ$  em relação à horizontal, são orientadas a aproximadamente  $40^\circ$  e as linhas as mais longas das nanoestruturas 121, realizada com um ângulo de polarização de  $70^\circ$  em relação à horizontal, são orientadas a aproximadamente  $70^\circ$ . Todavia, esses ângulos são medidos a partir de duas retas perpendiculares. Com efeito, as linhas da nanoestrutura 121 são sensivelmente perpendiculares ao plano de polarização da luz oriunda do laser.

Observa-se, na figura 3, um dispositivo de leitura de informação 305 comportando um meio de captura de imagem 309, um meio de tratamento de imagem 310 e um meio de memorização 311.

O meio de captura de imagem 309 comporta uma fonte de

luz orientada 312 e um captador de imagem 313, por exemplo, uma câmera ou um aparelho foto-eletrônico.

O meio de tratamento de imagem 310 é adaptado para determinar:

5       - por um lado, a cor correspondente a cada ponto marcado da zona marcada 302 observada (ver a figura 4), segundo técnicas de reconhecimento de zona marcada e de reconhecimento de cor conhecidas; e

10       - por outro lado, características físicas da imagem marcada sobre a superfície 301, em função da imagem eletrônica fornecida pelo meio de captura de imagem 309. A partir dessas características físicas, o meio de tratamento de imagem 310 determina uma assinatura da imagem similar àquela utilizada, quando da marcação da superfície  
15 considerada, conforme detalhado em relação às figuras 5A e 5B.

Depois, o meio de tratamento de imagem 310 transmite essa assinatura a um servidor distante 315, por intermédio de uma interface de rede 314 e de uma rede de  
20 telecomunicação 316, por exemplo, telefônico ou Internet. O servidor distante 315 compara essa assinatura ao conteúdo de uma base de dados de assinaturas. Em retorno, um identificador do objeto (por exemplo, data de fabricação, lote ou número de série individual) é fornecido pelo  
25 servidor distante 315.

Conjuntamente, o meio de tratamento de imagem 310 determina, em função da taxa de erros na marca, caso o objeto seja um original ou uma cópia, uma cópia que apresenta uma taxa de erros superior a um valor limite  
30 (valor limite eventualmente conservado em memória em

associação com a assinatura da marca ou representada pela informação codificada na marca realizada).

Anota-se no caso que o termo de erros pode se aplicar a cada uma das características físicas utilizadas para a determinação da assinatura ou à leitura da informação codificada na marca lida. Para o primeiro caso, mede-se uma distância entre a assinatura lida e a assinatura memorizada, quando da marcação. No segundo caso, utilizam-se redundâncias da informação codificada e mede-se o número ou a taxa de redundâncias utilizadas para restaurar a informação codificada. Por exemplo, um tipo de redundâncias é conhecido pelo nome de "CRC" (acrônimo de *check redundancy code* para código de redundâncias de verificação). Em cada um dos dois casos, um valor limite, ou limite, é utilizado para separar as marcas consideradas como autênticas e que possuem menos erro, marcas consideradas como cópias.

Como se observa na figura 4, seja uma iluminação corretamente orientada, nanoestruturas dão, por exemplo, cores azuis e verdes. Afetando, por exemplo, um valor binário "1" na cor azul e um valor binário "0" na cor verde, associa-se o octeto 1 0 0 1 0 1 0 1 na imagem representada na figura 4. A cor observada depende do ângulo de observação e do ângulo de iluminação. A exploração das cores observadas requer, portanto, o uso de uma análise colorimétrica. Duas opções podem ser consideradas:

- um ponto de referência fixa 405 sobre o ou nas proximidades da marcação é instalado e permite orientar a leitura e, notadamente, o ângulo de incidência da luz que ilumina a marca;

- uma determinação precisa e invariante da distância calorimétrica entre duas marcações.

Conforme se observa em relação às figuras 5A e 5B, em um modo de realização, a aplicação da presente invenção com os dispositivos ilustrados em figuras 1 a 3 comporta, inicialmente, uma etapa 500, de determinação, para cada objeto do documento a marcar, de uma matriz de zonas, cada zona da matriz sendo associada a um valor, por exemplo, binário, representando informações codificadas e, eventualmente, cifradas. As informações codificadas representadas pelos valores associados às zonas da matriz são, por exemplo, um identificador do objeto, uma data de fabricação, um número de lote ou um número de série individual.

Em modos de realização, no decorrer da etapa 500, de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem que comporta valores representativos da informação codificada, cada ponto dessa imagem pode assumir pelo menos três valores diferentes.

Depois, no decorrer de uma etapa 502, faz-se uma regulagem, eventualmente automática, da abertura do diafragma 103, posicionado no plano da imagem do sistema óptico para definir a dimensão da zona marcada durante um tiro. Essa dimensão é, por exemplo, fornecida por uma especificação conservada na memória para um lote de objetos ou documentos a marcar.

Depois, no decorrer de uma etapa 504, comanda-se a atenuação da potência luminosa, comandando-se o ângulo de polarização do polarizador 104 situado a montante do cubo separador 105. Essa atenuação pode ser comandada

automaticamente, por exemplo, em função de uma especificação conservada na memória e correspondente a um lote de documentos ou de objetos ou em função de captadores (não representados) de cor e de matéria dos documentos ou objetos a marcar.

No decorrer de uma etapa 506, posiciona-se o escâner 107, para que a primeira zona da imagem a formar sobre o objeto ou documento a marcar se ache sobre o caminho óptico do feixe laser.

No decorrer de uma etapa 508, determina-se o valor numérico a representar sobre a zona visada, lendo, na memória, esse valor. No decorrer de uma etapa 509, faz-se girar o ângulo de polarização do polarizador 106, para que esse ângulo seja representativo do valor numérico a representar.

No decorrer de uma etapa 510, dá-se pelo menos um tiro, emitindo um feixe laser de uma duração da ordem da femtosegundo e formam-se nanoestruturas sobre a zona visada do objeto ou do documento a marcar.

Preferencialmente, dá-se, para cada ponto a marcar, um único tiro. Preferencialmente, apesar dos recobrimentos de pontos, pelo menos a metade da superfície da zona marcada recebe apenas um único tiro laser.

Quando cada ponto da imagem a marcar pode assumir pelo menos três valores diferentes, no decorrer da etapa 510, de marcação, modula-se a polarização do feixe laser, segundo pelo menos três direções, cada direção de polarização sendo associada a um dos valores de pontos dessa imagem.

No decorrer de uma etapa 512, determina-se se a última zona da imagem a formar foi tratada. Caso contrário, no

decorrer de uma etapa 514, passa-se à zona seguinte a marcar e volta-se à etapa 506 para essa nova zona.

Assim, provoca-se a varredura da superfície 108 de maneira sincronizada com a varredura da imagem fornecida  
5 pelo meio de comando 100.

Se o resultado da etapa 512 for positivo, no decorrer de uma etapa 515, far-se-á a marcação de uma marca de orientação 405 sobre a superfície a marcar. Essa marca de orientação é representativa da orientação de uma fonte de  
10 luz que permite a leitura da informação codificada.

Depois, no decorrer de uma etapa 516, desloca-se o objeto ou documento marcado, para posicioná-lo diante do meio de captura de imagem 109 e de uma fonte de luz orientada, de maneira a fazer aparecer, por difração,  
15 diferentes cores nas diferentes zonas da imagem. No decorrer de uma etapa 518, captura-se e memoriza-se uma imagem da zona marcada do objeto ou documento. No decorrer de uma etapa 520, determina-se se a qualidade da marcação é suficiente, comparando-se as cores com cores normalizadas e  
20 comparando-se as superfícies das zonas da imagem a superfícies normalizadas.

Se a qualidade for inferior a um nível pré-determinado, no decorrer de uma etapa 521, retirar-se-á o objeto ou o documento da cadeia de produção ou de  
25 impressão.

Caso contrário, no decorrer de uma etapa 522, determinam-se as características físicas da imagem marcada sobre a superfície 108, em função da imagem eletrônica fornecida pelo meio de captura de imagem 109. Por exemplo,  
30 determina-se a posição de ramificações, ou bifurcações, de

linhas sensivelmente paralelas da nanoestrutura.

No decorrer de uma etapa 524, a partir dessas características físicas, determina-se uma assinatura da imagem.

5 No decorrer de uma etapa 526, colocam-se na memória, por exemplo, em uma memória distante, por um lado, a assinatura da imagem e, por outro lado, informações associadas, isto é, por exemplo, o conteúdo da informação representada por essa imagem, conteúdo fornecido pelo meio  
10 de comando 100. As informações memorizadas conjuntamente com a assinatura são, por exemplo, um identificador do objeto, uma data de fabricação, um número de lote ou um número de série individual.

Anota-se que a memória das assinaturas e informações  
15 associadas pode ser uma base de dados acessível à distância, por exemplo, por intermédio da rede Internet.

Anota-se também que, em um modo de realização onde se marca um molde, a assinatura é determinada e memorizada, por um lado, pelo molde e, por outro lado, para cada objeto  
20 moldado a partir desse molde.

Quando do reconhecimento posterior do objeto ou documento que se deseja autenticar, no decorrer de uma etapa 544, efetua-se uma primeira captura de imagem. Depois, no decorrer de uma etapa 546, detecta-se a marca de  
25 orientação 405. No decorrer de uma etapa 548, orienta-se uma fonte de luz para respeitar a orientação identificada com a marca 405. Anota-se que se pode, no decorrer da etapa 548, seja deslocar a superfície marcada, seja deslocar a fonte de luz, seja selecionar a fonte de luz dentre várias  
30 fontes de luz fixas que corresponde à orientação

considerada.

Depois, no decorrer de uma etapa 550, captura-se e memoriza-se uma imagem da nanoestrutura com um meio de captura de imagem 109 e uma fonte de luz orientada, de  
5 maneira a fazer aparecer, por difração, diferentes cores nas diferentes zonas da imagem.

No decorrer de uma etapa 552, identificam-se as cores portadas pelas diferentes zonas marcadas da imagem e associam-se-as aos valores numéricos de uma mensagem.  
10 Afixa-se então essa mensagem, ela é transmitida a distância e/ou é transmitida a uma aplicação informática. No decorrer de uma etapa 554, determina-se a quantidade de erros da mensagem, por exemplo, determinando-se a quantidade de redundâncias consumida para corrigir esses erros ou por  
15 comparação com a imagem de origem reconstituída. Depois, no decorrer de uma etapa 556, determina-se se o objeto ou documento é um original ou uma cópia, comparando a quantidade de erros a um valor limite pré-determinado.

Para identificar o objeto do documento, no decorrer de  
20 uma etapa 558, determinam-se características físicas aleatórias da imagem marcada sobre a superfície 108, em função da imagem eletrônica fornecida pelo meio de captura de imagem 109. Por exemplo, determina-se a posição de ramificações de linhas sensivelmente paralelas da  
25 nanoestrutura ou a posição e a repartição de erros. No decorrer de uma etapa 560, a partir dessas características físicas, determina-se uma assinatura da imagem.

No decorrer de uma etapa 562, fornece-se essa assinatura à memória distante e recebe-se, em retorno, por  
30 um lado, uma informação de reconhecimento dessa assinatura,

a ausência de reconhecimento podendo indicar que o objeto ou documento é uma cópia ou uma falsa e, por outro lado, em caso de reconhecimento, as informações associadas à assinatura na memória distante. Assim, por exemplo, a  
5 posição e a repartição dos elementos característicos ou erros de moldagem são comparadas com aquelas representadas na memória para identificar o objeto ou documento pelos outros dados memorizados. Anota-se que essa função de identificação é conjunta com a função anti-cópia, qualquer  
10 cópia de uma peça modulada provocando o aparecimento de erros de cópia adicionais que são marcadas do mesmo modo que a identidade da peça, por exemplo, em função do número total dos erros na marca.

As informações associadas são arquivadas e/ou  
15 transmitidas a uma aplicação de tratamento estatístico ou de traçabilidade.

Anota-se que, como variante, a releitura da informação marcada é feita via a orientação dessas nanoestruturas. Por via microscópica, as micro-estruturas são diretamente  
20 detectadas com o auxílio de um dispositivo óptico adaptado. Um algoritmo de análise de imagem é então empregado para determinar a orientação média de cada uma das nanoestruturas associadas a uma zona da imagem.

Assim, de acordo com um aspecto da presente invenção,  
25 realiza-se uma irradiação ultrabreve de uma superfície metálica para serem obtidos diferentes tipos de nanoestruturas, ou "ripples", cujas orientações servem para a codificação de informação. Para controlar a orientação das nanoestruturas, comanda-se a polarização  
30 associada ao laser.

Para recuperar a informação codificada, utiliza-se a variação colorimétrica que a variação de orientação das nanoestruturas provoca sobre uma luz, cuja orientação é pré-definida.

5 Na seqüência da descrição, considera-se um sistema de aquisição de imagens constituído de um escâner plano. Com efeito, pode-se utilizar o escâner como um meio indireto de visualização macroscópica das nanoestruturas. Esse sistema de aquisição tem a particularidade interessante de fazer  
10 corresponder uma cor específica a uma orientação de nanoestruturas. A luz emitida pelo escâner é uma luz branca, contendo todos os comprimentos de ondas. A luz branca é enviada sobre as nanoestruturas que têm uma orientação particular em relação ao eixo de iluminação, ou  
15 ângulo de incidência. Caso se integre essa orientação à fórmula clássica de difração em redes, obtém-se a seguinte fórmula:

$$m \cdot \lambda = d \cdot (\sin \alpha + \sin \theta + \sin \beta)$$

na qual:

20  $\lambda$  é o comprimento de onda,

$\alpha$  é o ângulo de incidência da luz,

$\theta$  é o ângulo entre as nanoestruturas e o eixo de iluminação e

$\beta$  é o ângulo de retorno do feixe luminoso para o  
25 captador de imagem.

Admitindo-se que se está na seguinte configuração material escâner: o valor fixo de  $\alpha = 10^\circ$  do ângulo de incidência da luz do escâner e o valor fixo de  $\beta = 56^\circ$  de retorno do feixe no captador CCD do escâner, pode-se  
30 deduzir daí o valor do comprimento de onda percebido por

esse captador em função da orientação das nanoestruturas sobre o escâner.

Esses valores de comprimentos de ondas percebidas vão de 450 nm (azul) a 570 nm (laranja) e correspondem às cores presentes sobre as imagens que são obtidas com esse sistema de aquisição.

O efeito colorimétrico observado, quando da aquisição de imagem, é devido à difração da luz do sistema de aquisição sobre a marcação nanoestruturas. A difração da luz sobre essas redes varia em função de suas qualidades e morfológicas e depende dos diferentes parâmetros de marcações laser utilizados.

Assim, a variação dos diferentes parâmetros laser permite a realização de diferentes estruturas (em termos de tamanhos, passo, forma, regularidade...). Esses diferentes tipos de nanoestruturas formam tantas redes diferentes, gerando por sua vez fenômenos de difração diferentes. Assim, com o mesmo laser e em condições de aquisição idênticas, é possível obter diferentes espectros de cor. Uma calibragem precisa do sistema de leitura/ marcação é necessária para permitir uma exploração dos resultados. Afigura 6 mostra dois exemplos de calibragens diferentes realizadas com o mesmo dispositivo de marcação / releitura, mas parâmetros laser diferentes.

À esquerda, representaram-se, em um camenbert 602, as tintas obtidas com um diâmetro de feixe luminoso ("spot") de 45  $\mu\text{m}$ , uma potência de 25 mW, um recobrimento de 15  $\mu\text{m}$ , 3 passagens. À direita, representaram-se, em um camenbert 604, as tintas obtidas com um diâmetro de feixe de 20  $\mu\text{m}$ , uma potência de 5 mW, sem recobrimento, 25 passagens.

Observa-se que a repartição das cores é mais uniforme no segundo caso, à direita, do que no primeiro caso.

Expõe-se, abaixo, um cálculo da resolução colorimétrica. Essa resolução é útil para saber quantas  
5 cores são observáveis com um dispositivo e com que precisão, podem-se discriminar duas cores, isto é, distingui-los. Para permitir uma análise precisa, uma métrica de distância intercor é introduzida. Os inventores determinaram que uma distância calculada em um espaço  
10 colorimétrico adaptado, por exemplo, "TSL" (tinta, saturação, luminância) ou, em inglês, HSV (hue, saturação, value), permite observar que a luminância e a saturação das cores oriundas desse tipo de aquisição varia muito pouco contrariamente à tinta.

15 Preferencialmente, quando da leitura da informação, uma transformação colorimétrica da representação de um ponto de imagem, expressa em RVB (vermelho, verde, azul) à saída do escâner, em uma representação expressa em TSL.

A figura 7 representa cada uma das cores observadas  
20 para cada uma das orientações de nanoestruturas de uma amostra com a aquisição por escâner na marcação colorimétrica TSL. Essa curva 700, formada de um conjunto de pontos descontínuos, dá a evolução da tinta de uma cor obtida quando da aquisição por um escâner em função da  
25 orientação das nanoestruturas sobre esse escâner.

Uma vez calculada a tinta observada para cada orientação de nanoestruturas marcadas sobre a amostra, uma classificação hierárquica ascendente é realizada, a fim de determinar o número de cores observáveis e distinguíveis e  
30 com que nível de resolução.

O objetivo da classificação hierárquica ascendente é de classificar os indivíduos que têm um comportamento similar sobre um conjunto de variáveis. O princípio é de criar uma divisão ("dendograma"), agregando dois a dois os indivíduos ou grupos de indivíduos os mais próximos. O algoritmo fornece uma hierarquia de divisões contendo o histórico da classificação.

Essa abordagem necessita, todavia, de se munir de uma métrica adaptada aos indivíduos a classificar (distância euclidiana, desvio padrão...). No exemplo reportado na tabela abaixo, é a distância euclidiana que foi escolhida. A dificuldade dessa classificação reside na escolha de recálculo das distâncias após fusão (enlace simples: fusão de dois grupos tendo a menor distância entre seus vizinhos os mais próximos, enlace completo: fusão de dois grupos que tem a menor distância entre seus vizinhos os mais afastados; enlace meio de grupo: fusão de dois grupos, cujas médias de distâncias entre vizinhos são as menores; distância dos centróides: fusão de dois grupos que tem a menor distância entre seus baricentros).

Diante da especificidade dos indivíduos a estudar (uma orientação de nanoestruturas correspondente a uma tinta que não se pode mediar) é o enlace dos centróides que é utilizado sobre 25 tintas oriundas de 25 orientações de nanoestruturas diferentes que variam de 4 ° em uma escala de 0 a 100 °.

#### Distâncias de fusão dos centróides

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	16	17	18	34	77
Orientação	Tinta														

8	133	133	131	131	131	131	131	131	131	128	128	128	122	122	70
0	131	131	131	131	131	131	131	131	131	128	128	128	122	122	70
4	131	131	131	131	131	131	131	131	131	128	128	128	122	122	70
12	131	131	131	131	131	131	131	131	131	128	128	128	122	122	70
16	128	128	128	131	131	131	131	131	131	128	128	128	122	122	70
20	122	122	122	122	122	122	122	122	122	128	128	128	122	122	70
24	118	118	118	118	122	122	122	122	122	128	128	128	122	122	70
28	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	122	122	70
32	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	110	122	122	70
36	75	75	75	75	75	70	70	70	70	70	70	70	70	45	70
40	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	45	70
44	60	60	60	60	60	60	60	60	52	52	36	36	36	45	70
48	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	36	36	36	45	70
52	45	45	45	45	45	45	45	52	52	52	36	36	36	45	70
56	41	40	40	38	38	38	36	36	36	36	36	36	36	45	70
60	40	37	37	38	38	38	36	36	36	36	36	36	36	45	70
64	38	37	37	38	38	38	36	36	36	36	36	36	36	45	70
68	37	37	37	38	38	38	36	36	36	36	36	36	36	45	70
72	37	37	37	38	38	38	36	36	36	36	36	36	36	45	70
80	37	37	37	38	38	38	36	36	36	36	36	36	36	45	70
92	36	37	37	38	38	38	36	36	36	36	36	36	36	45	70
76	34	33	33	33	33	33	36	36	36	36	36	36	36	45	70
88	33	33	33	33	33	33	36	36	36	36	36	36	36	45	70
96	33	33	33	33	33	33	36	36	36	36	36	36	36	45	70
84	32	33	33	33	33	33	36	36	36	36	36	36	36	45	70
	20	15	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

A última linha dessa tabela dá, para coluna, o número de classes discerníveis.

A observação desse dendrograma permite afirmar que se

está em condição de poder discernir um máximo de vinte classes de orientação de nanoestruturas diferentes em termos de tintas associadas com o auxílio do sistema de aquisição de imagem utilizado para realizar esse dendrograma. Quando a distância de fusão aumenta, o número de classes que se pode discernir diminui.

Em seguida, de acordo com o número de classes que se quer utilizar, basta remontar o dendrograma acima e escolher as orientações de nanoestruturas correspondentes.

Esse sistema permite determinar um conjunto de classes maximizando a distinção de sua tinta uma em relação à outra.

Um exemplo de utilização da presente invenção é de reproduzir uma obra gráfica sobre uma superfície metálica, utilizando o princípio exposto mais acima: uma orientação de nanoestruturas correspondente a uma cor. Observa-se que várias nanoestruturas podem ser superpostas em cada ponto da imagem.

Para isso, se caracteriza o número de cores dominantes na obra a reproduzir. Em seguida, conforme esse número, utiliza-se o dendrograma acima, para associar todas as cores da obra à classe de cor a mais próxima proposta.

O número de classes desejadas sendo determinado, reparte-se cada um dos pixels da imagem de origem em uma das classes de tinta propostas. Por exemplo, essa operação é realizada na marcação colorimétrica RGB. Calcula-se a distância entre cada pixel da imagem de origem a cada classe de cor disponível e associa-se a cor do pixel da tabela àquela da classe de tinta a mais próxima. Reduziu-se assim, de maneira automática, o número de cores da imagem

ao número de classes de cor disponíveis para a marcação e visualizável pelo escâner.

Essa operação sendo realizável, os planos de cores correspondentes às orientações de nanoestruturas a marcar  
5 são criados. Esses planos representam o que o laser deve marcar sobre a amostra de metal para formar cada orientação de nanoestruturas associada à cor esperada.

A nível macroscópico, a leitura da informação determina a orientação das nanoestruturas, graças ao efeito  
10 de difração de rede corretamente controlado. Assim, pela aplicação da invenção, utiliza-se a variação colorimétrica para acrescentar informação em novo eixo de leitura de um código determinado. Por exemplo, acrescentam-se a um Datamatrix (marca depositada), de 4 mm de lado,  
15 nanoestruturas tendo três orientações diferentes, que são lidas por intermédio de três cores diferentes fornecidas por um captador de imagem, por exemplo, um escâner.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Processo de marcação de uma superfície, caracterizado pelo fato de comportar:

- uma etapa (500) de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem comportando valores representativos da informação codificada; e
- uma etapa (506) de posicionamento do escâner (107), de modo que a zona da imagem a ser formada sobre o objeto ou documento a ser marcado esteja no caminho óptico do feixe laser;
- uma etapa (508) de determinação do valor numérico a ser representado na zona visada;
- uma etapa (509) de girar o ângulo de polarização do polarizador (106), de modo que este ângulo seja representativo do valor numérico a ser representado;
- uma etapa (510) de realização de pelo menos um tiro de laser, emitindo um feixe laser de uma duração da ordem de femtosegundos e formar nanoestruturas sobre a zona visada do objeto ou documento a ser marcado;
- uma etapa (512) de varredura de toda a superfície de maneira sincronizada com a varredura da imagem fornecida pelo meio de comando; e
- uma etapa (515) de marcação, sobre a superfície a ser marcada, de uma marca de orientação (405) representativa da orientação de uma fonte de luz que permite que a informação codificada seja lida.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de, no decorrer da etapa (506 a 514) de marcação, se marcar uma zona de referência representativa de uma orientação a utilizar no decorrer de

uma etapa de leitura dessa marcação.

3. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de comportar uma etapa (524) de determinação de uma assinatura  
5 representativa de características físicas de pontos da imagem marcada e uma etapa (526) de memorização dessa assinatura.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de, no  
10 decorrer da etapa (506 a 514) de marcação, pelo menos a metade da superfície da zona marcada receber apenas um único tiro laser.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de, no  
15 decorrer da etapa (500) de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem que comporta valores representativos da informação codificada, cada ponto dessa imagem poder assumir pelo menos três valores diferentes e, no decorrer da etapa de marcação, se modular a polarização  
20 do feixe laser, segundo pelo menos três direções, cada direção de polarização sendo associada a um dos valores de pontos dessa imagem.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de, no  
25 decorrer da etapa (506 a 514) de marcação, se utilizar um laser (101) com impulsos de uma duração inferior a  $10 \times 10^{-12}$  segundos.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de comportar  
30 uma etapa (518) de leitura dessa imagem marcada sobre essa

superfície e uma etapa (520) de verificação de qualidade em função da imagem lida.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de, no decorrer da etapa (506 a 514) de marcação, se utilizar um feixe laser de dimensão inferior a 25  $\mu\text{m}$ .

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de, no decorrer da etapa (506 a 514) de marcação, se realizarem pontos (302) espaçados de menos de 10  $\mu\text{m}$ .

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de, no decorrer da etapa (506 a 514) de marcação, se utilizar um feixe laser que emite uma luz, cujo comprimento de onda é próximo de 800 nm.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de, no decorrer da etapa (500) de codificação, se fazer variar essa imagem para cada uma das etapas de marcação a realizar.

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de, no decorrer da etapa (500) de codificação, essa informação ser representativa de dados relativos a um objeto ou documento (108) comportando essa superfície (301).

13. Dispositivo (100 a 107) de marcação de uma superfície, caracterizado pelo fato de comportar:

- um meio (100) de codificação de uma informação sob a forma de uma imagem;

- um laser (101) que emite pulsos com uma duração da

ordem da centena de femtosegundo;

- um espelho (102);

- um diafragma (103) adaptado para definir uma dimensão de cada área marcada durante um tiro;

5 - um polarizador (104) e um cubo separador (105) que atuam conjuntamente como um atenuador que serve para adaptar a potência do feixe laser na superfície a ser marcada;

10 - um polarizador (106) adaptado para polarizar a luz que alcança a superfície a ser marcada (108), o ângulo de polarização dependendo do valor de um sinal que representa a imagem que codifica um item de informação; e

15 - um escâner (107) adaptado para provocar a varredura da superfície (108) de maneira sincronizada com a varredura da imagem fornecida pelo meio do comando (100).

14. Processo de leitura de uma imagem marcada sobre uma superfície, conforme definida na reivindicação 13, caracterizado pelo fato de comportar:

20 - uma etapa (544) de realização de uma primeira captura de imagem;

- uma etapa (546) de detecção de uma marca de orientação;

25 - uma etapa (548) de orientação de uma fonte de luz de modo a respeitar a orientação identificada com uma marca (405);

30 - uma etapa (550) de captura e memorização de uma imagem da nanoestrutura com um meio de captura de imagem (109) e uma fonte de luz orientada, de modo a fazer aparecer, por difração, cores diferentes em zonas diferentes da imagem; e

- uma etapa (552) de identificação das cores portadas pelas diferentes zonas marcadas da imagem e as associar aos valores numéricos de uma mensagem.

15 15. Processo, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de, no decorrer da etapa (550) de captura de uma imagem eletrônica, se orientar uma fonte de iluminação (312) para iluminar a imagem marcada com uma orientação pré-determinada.

10 16. Processo, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de comportar uma etapa de leitura de uma marca portada por essa superfície e no decorrer da etapa de captura de uma imagem eletrônica, se determinar a orientação da fonte de iluminação em relação a essa imagem marcada em função dessa marca lida.

15 17. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 16, caracterizado pelo fato de comportar uma etapa de determinação de autenticidade da imagem marcada, em função da informação decodificada.

20 18. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 17, caracterizado pelo fato de comportar uma etapa de determinação de uma assinatura representativa de pontos da imagem marcada e uma etapa de comparação dessa assinatura com assinaturas conservadas na memória.

25 19. Dispositivo de leitura de uma imagem marcada sobre uma superfície, conforme definida na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de comportar:

- um meio (309, 313) de captura de uma imagem eletrônica dessa imagem marcada sobre essa superfície;

30 - um meio (305, 310) de tratamento da cor de pontos

dessa imagem captada; e

- um meio (305, 310) de decodificação de uma informação em função da cor desses pontos da imagem captada.

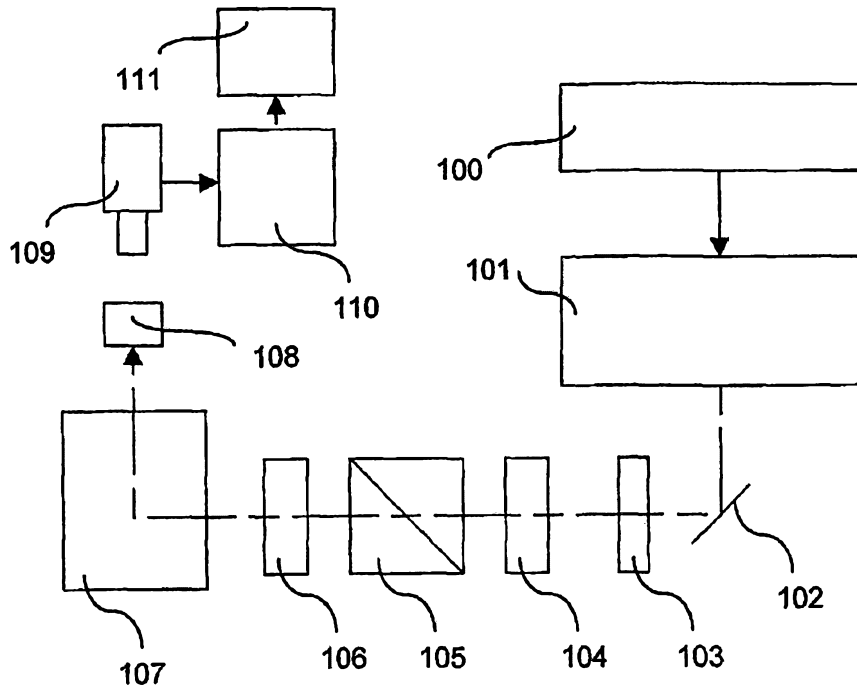


Figura 1

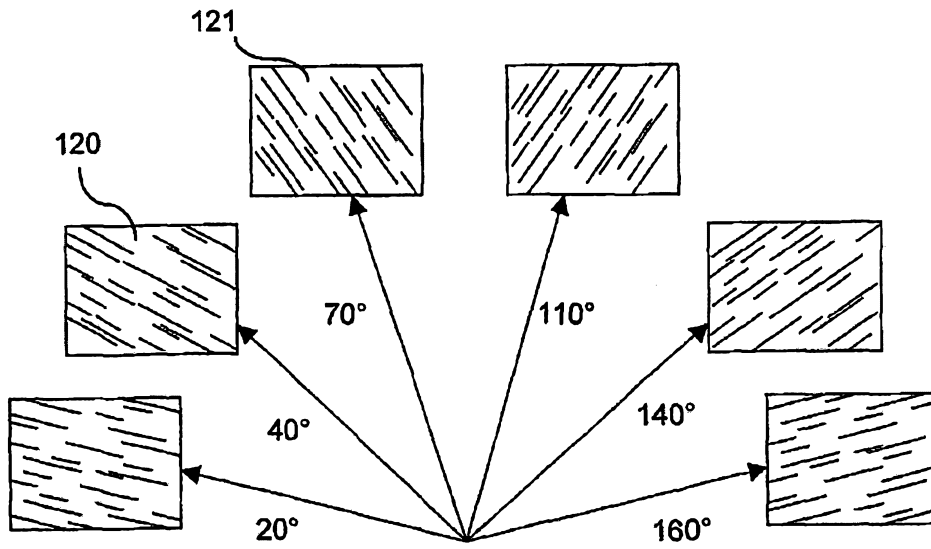


Figura 2

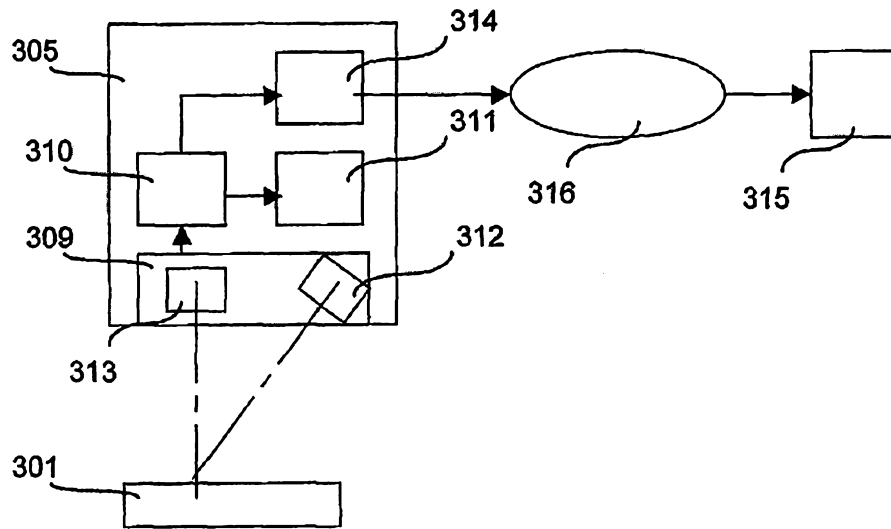


Figura 3

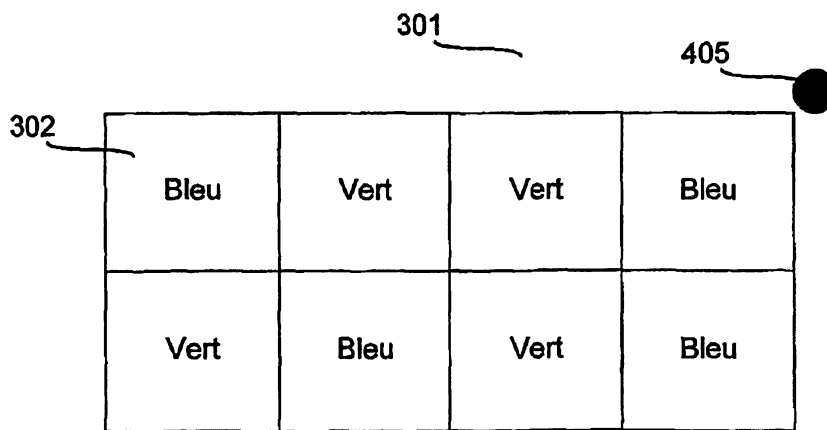


Figura 4

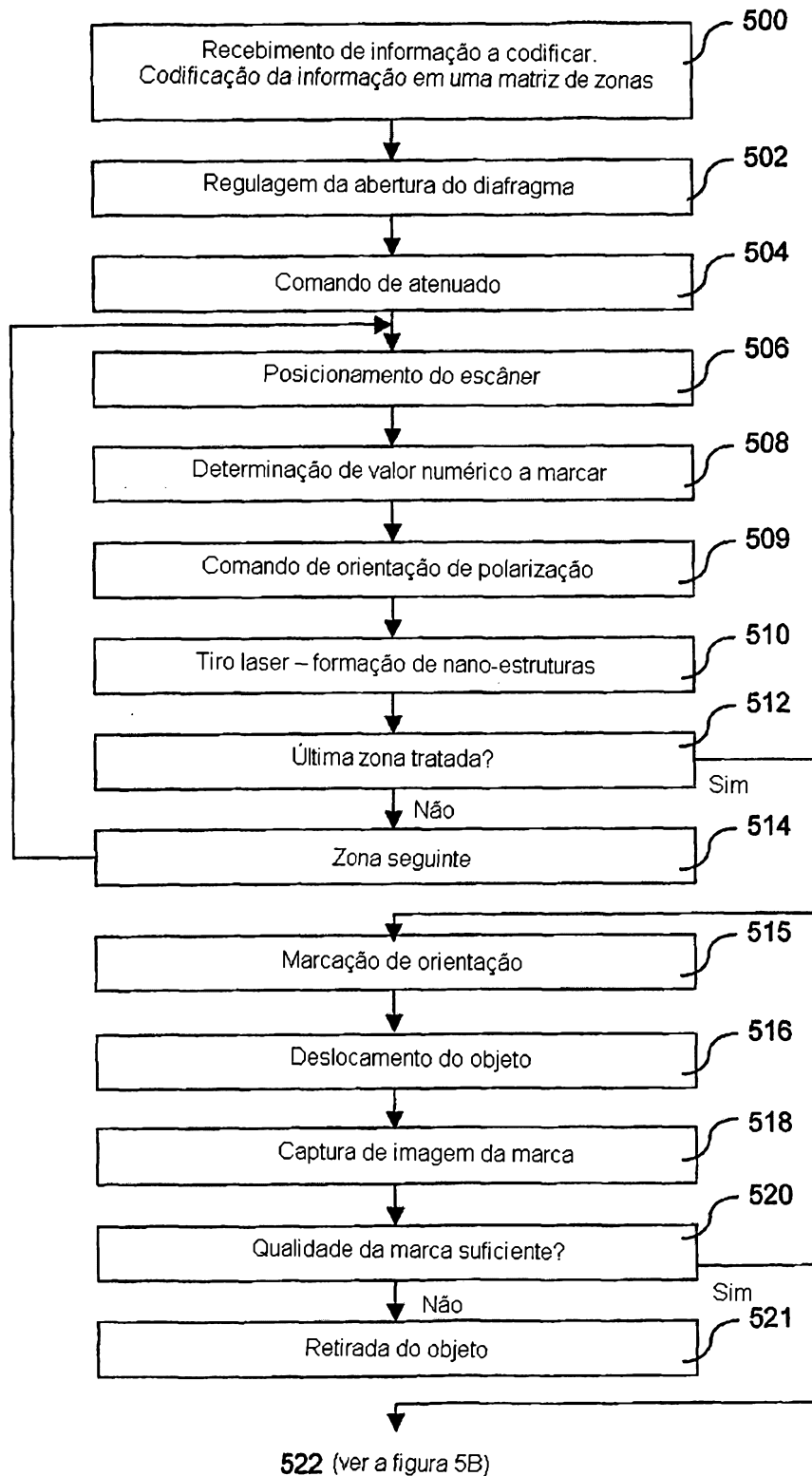


Figura 5A

520 (após a figura 5A)

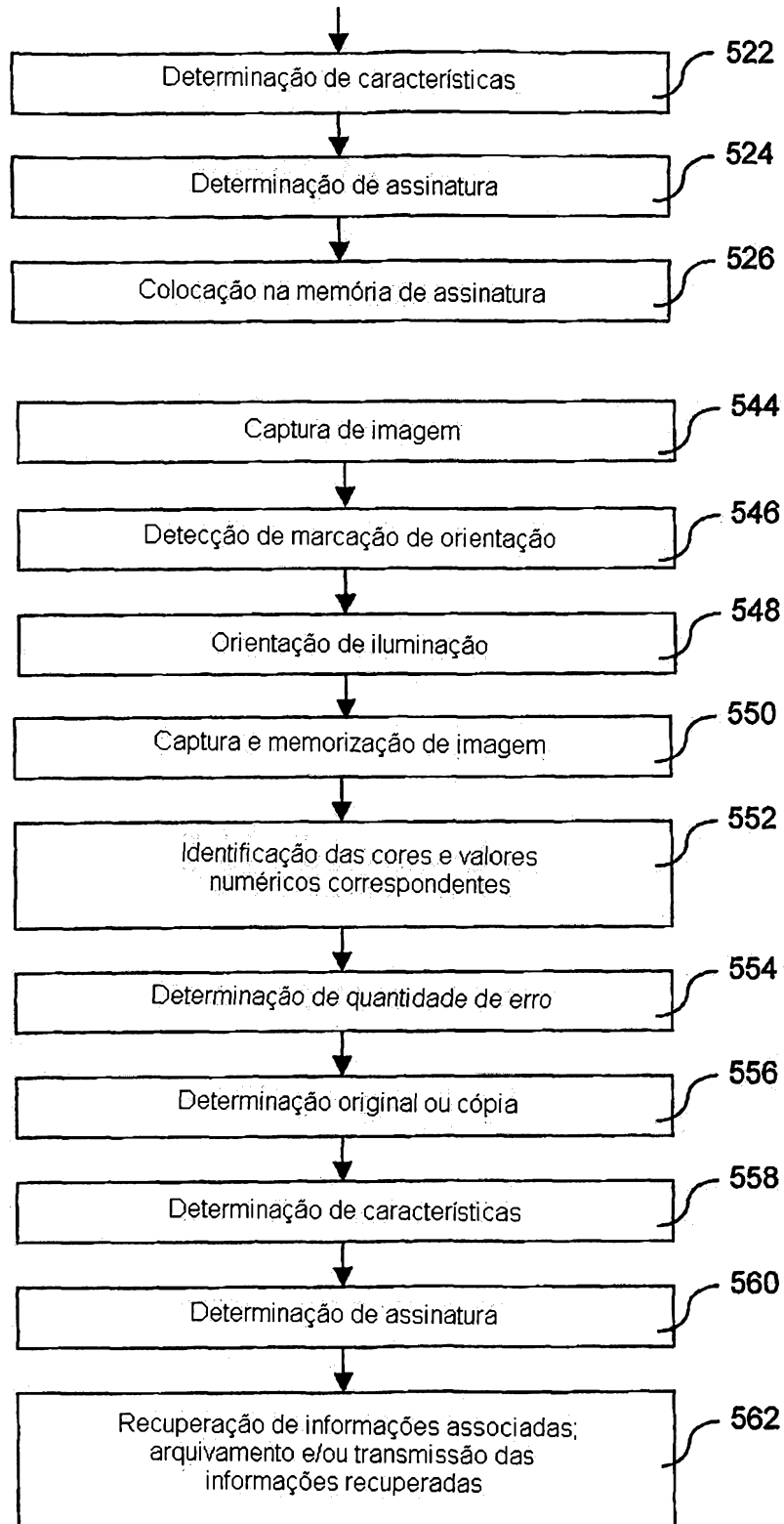


Figura 5B

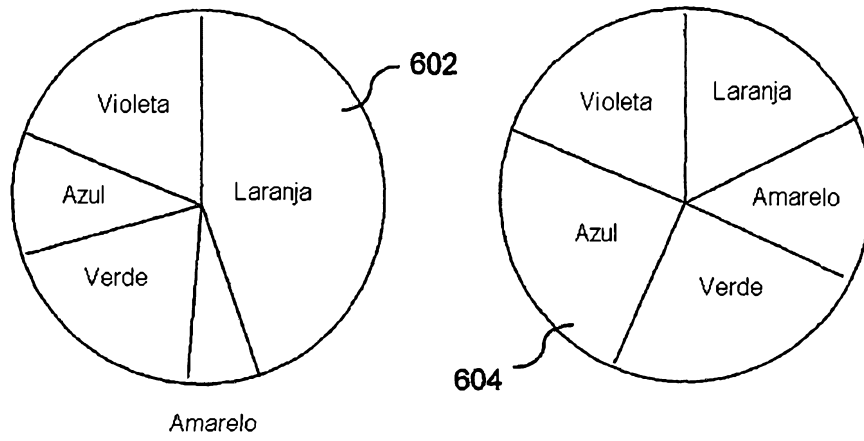


Figura 6

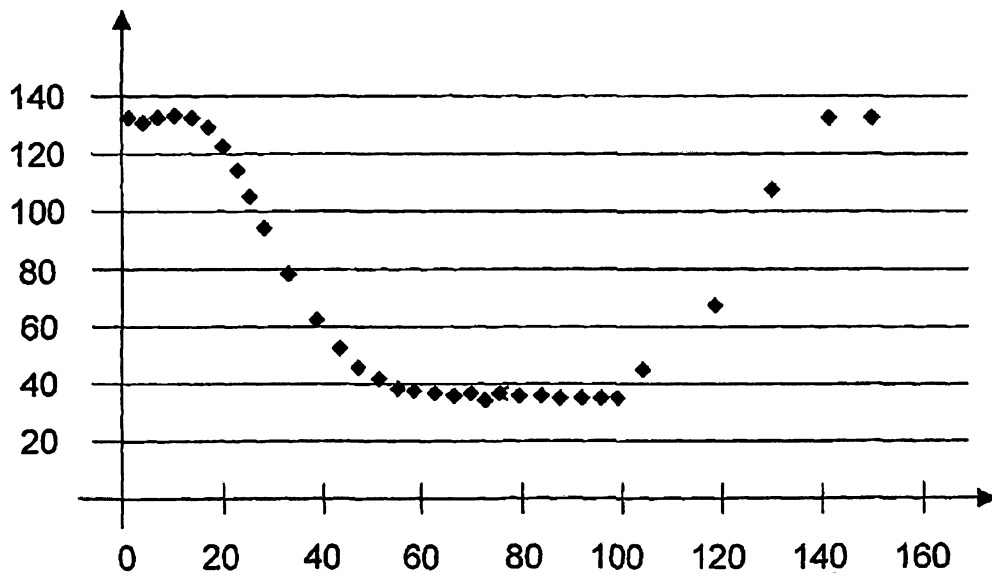


Figura 7