

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 13.09.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.03.09 Bulletin 09/12.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *ADVANCED TRACK AND TRACE Société anonyme — FR.*

72) Inventeur(s) : *SAGAN ZBIGNIEW, FOUCOU ALAIN, MASSICOT JEAN PIERRE, SODER HERVE, DUSSE BENJAMIN, AUDOUARD ERIC et JOURLIN MICHEL.*

73) Titulaire(s) :

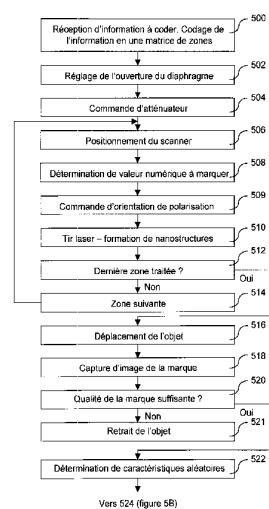
74) Mandataire(s) :

54) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE MARQUAGE D'UNE SURFACE PAR NANOSTRUCTURES PÉRIODIQUES CONTRÔLÉES.

57) Le procédé de marquage d'une surface par nanostructures périodiques contrôlées, comporte :

- une étape (500) de détermination d'une image représentative d'une information et
- une étape (506 - 514) de marquage de ladite surface avec un faisceau laser polarisé pour former des nanostructures orientées représentant ladite image sur ou dans ladite surface.

Dans des modes de réalisation, au cours de l'étape de marquage, on met en œuvre un laser à impulsions d'une durée inférieure à  $10 \times 10^{-12}$  seconde et un moyen de polarisation de la lumière issue de ladite source laser et atteignant ladite surface adapté à polariser la lumière selon un axe de polarisation variable en fonction d'un signal reçu par ledit moyen de polarisation.



FR 2 921 012 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF DE MARQUAGE D'UNE SURFACE PAR NANOSTRUCTURES  
PERIODIQUES CONTROLEES

5

10 La présente invention concerne un procédé et un dispositif de marquage d'une surface par nanostructures périodiques contrôlées et un procédé et un dispositif de lecture d'information sur une telle surface. Elle s'applique, en particulier au marquage d'un objet ou d'un document en vue de son identification, de sa traçabilité et de son authentification.

15 On connaît de nombreux moyens de marquage, par exemple par impression ou par modification d'un état de surface. Ces moyens de marquage sont très adaptés aux marquages en série mais offre une faible sécurité en matière d'identification ou d'authentification de l'objet ou du document marqué. En particulier, leur reproduction par un contrefacteur est généralement aisée.

20 De plus, les marquages de l'art antérieur sont généralement visibles, ce qui facilite leur détection par un contrefacteur.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients.

A cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise un procédé de marquage d'une surface, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une étape de détermination d'une image représentative d'une information et
- 25 - une étape de marquage de ladite surface avec un faisceau laser polarisé pour former des nanostructures orientées représentant ladite image sur ou dans ladite surface.

30 On observe que la présente invention s'applique au marquage de tous types de matériaux, en provoquant une structuration de surface par orientation de nanostructures pour enregistrer de l'information dans le marquage, ladite orientation ayant un effet sur la lumière et permettant donc une lecture de l'image.

35 La mise en évidence de l'existence de structures périodiques, ayant une période de quelques centaines de nanomètres a été effectuée scientifiquement (voir, par exemple le document de MM. GUILLERMIN, F. GARRELIE, N. SANNER, E. AUDOUARD, H. SODER "Mono- and multi-pulse formation of surface structures under static femtosecond irradiation" Accepté à Appl. Surf. Sc.253, 8075-879 (2007).

L'information représentée par ladite image est, préférentiellement, une information adaptée à l'identification, l'authentification et/ou la traçabilité de la surface marquée.

5 Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de marquage, on met en œuvre un laser à impulsions d'une durée inférieure à  $10 \times 10^{-12}$  seconde.

Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de marquage, on met en œuvre une source laser et un moyen de polarisation de la lumière issue de ladite source laser et atteignant ladite surface.

10 Selon des caractéristiques particulières, le moyen de polarisation est adapté à polariser la lumière selon un axe de polarisation variable en fonction d'un signal reçu par ledit moyen de polarisation.

On module ainsi l'axe de polarisation et l'orientation des nanostructures représentant l'information portée par le marquage.

15 Selon des caractéristiques particulières, le procédé tel que succinctement exposé ci-dessus, comporte une étape de lecture de ladite image marquée sur ladite surface et une étape de vérification de qualité en fonction de l'image lue.

Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de marquage, on met en œuvre un faisceau laser de dimension inférieure à 25  $\mu\text{m}$ .

20 Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de marquage, on réalise des points espacés de moins de 10  $\mu\text{m}$ .

Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de marquage, on met en œuvre un faisceau laser émettant une lumière dont la longueur d'onde est proche de 800 nm.

25 Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de détermination d'une image représentative d'une information, on fait varier ladite image pour chacune des étapes de marquage à réaliser.

Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de détermination d'une image représentative d'une information, ladite information est représentative de données relatives à un objet ou document comportant ladite surface.

30 Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de marquage, on marque une zone de référence représentative d'une orientation à mettre en œuvre au cours d'une étape de lecture dudit marquage.

35 Selon des caractéristiques particulières, le procédé de marquage tel que succinctement exposé ci-dessus comporte une étape de détermination d'une signature représentative de points caractéristiques et aléatoires de l'image marquée et une étape de mémorisation de ladite signature.

Selon un deuxième aspect, la présente invention vise un dispositif de marquage d'une surface, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un moyen de détermination d'une image représentative d'une information et
- un moyen de marquage de ladite surface avec un faisceau laser polarisé pour former des nanostructures orientées représentant ladite image sur ou dans ladite surface.

Selon un troisième aspect, la présente invention vise un procédé de lecture d'une image marquée sur une surface, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une étape de capture d'une image électronique de ladite image marquée ;
- une étape de détection, pour des zones formant ladite image marquée, d'orientation de microstructures orientées
- une étape de détermination d'une information représentée par les orientations détectées pour au moins une partie des zones formant l'image.

Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de capture d'une image électronique, on oriente une source d'éclairage pour éclairer l'image marquée avec une orientation prédéterminée et, au cours de l'étape de détection, on réalise une analyse colorimétrique, chaque orientation de microstructure correspondant à une couleur principale.

Selon des caractéristiques particulières, au cours de l'étape de capture d'une image électronique, on détermine l'orientation de la source d'éclairage en fonction d'une information portée par ladite surface.

Selon des caractéristiques particulières, le procédé de lecture tel que succinctement exposé ci-dessus comporte une étape de détermination d'authenticité de l'image marquée, en fonction de l'information représentée par les orientations détectées.

Selon des caractéristiques particulières, le procédé de lecture tel que succinctement exposé ci-dessus comporte une étape de détermination d'une signature représentative de points caractéristiques et aléatoires de l'image marquée et une étape de comparaison de ladite signature avec des signatures conservées en mémoire.

Selon un quatrième aspect, la présente invention vise un dispositif de lecture d'une image marquée sur une surface, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un moyen de capture d'une image électronique de ladite image marquée ;
- un moyen de détection, pour des zones formant ladite image marquée, d'orientation de microstructures orientées et
- un moyen de détermination d'une information représentée par les orientations détectées pour au moins une partie des zones formant l'image.

Les avantages, buts et caractéristiques de ce dispositif de marquage, de ce procédé de lecture et de ce dispositif de lecture étant similaires à ceux du procédé de marquage, tel que succinctement exposé ci-dessus, ils ne sont pas rappelés ici.

D'autres avantages, buts et caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description qui va suivre, faite, dans un but explicatif et nullement limitatif en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- 5 - la figure 1 représente, schématiquement, un mode de réalisation particulier du dispositif de marquage objet de la présente invention, et de ses conditions de fonctionnement,
- la figure 2 est une illustration de l'orientation de nanostructures en fonction de l'orientation de la polarisation de la lumière, orientation portée en degrés d'angle, sur la figure 2,
- 10 - la figure 3 représente, schématiquement, un mode de réalisation particulier du dispositif de lecture objet de la présente invention,
- la figure 4 représente, schématiquement, des couleurs lues sur une matrice de zones, en fonction d'une orientation d'éclairage et
- les figures 5A et 5B représentent, sous forme d'un logigramme, des étapes  
15 mises en œuvre dans un mode de réalisation particulier du procédé de marquage et du procédé de lecture objets de la présente invention.

On observe, en figure 1, un moyen de commande 100, un laser 101, un miroir 102, un diaphragme 103, un polariseur 104, un cube séparateur 105, un polariseur 106, un scanner 107 et une surface à marquer 108.

20 Le moyen de commande du laser est adapté déterminer une image à marquer sur la surface 108, image formée d'un tableau de zones portant, chacune, une information. Les zones peuvent être de forme identiques ou différentes. Dans la suite de la description, et dans les figures, on considère que toutes les zones du tableau sont des carré de mêmes dimensions. Le tableau représenté par l'image à marquer forme ainsi une matrice de zones.

25 L'information portée par chaque zone peut être binaire ou non. Comme décrit plus loin, au moins une (ici chaque) valeur d'information portée par une zone correspond à une orientation de polarisation spécifique, une autre valeur pouvant correspondre à une absence de marquage, une absence de polarisation ou une polarisation d'orientation différente. Le moyen de commande 100 commande l'orientation de polarisation du polariseur 106 selon un  
30 balayage de l'image.

Dans des modes de réalisation, les valeurs des informations portées par les zones sont aléatoires. Dans d'autres modes de réalisation, ces valeurs représentent des informations de sécurisation de la surface, par exemple des informations cryptées représentatives du propriétaire de droits, des informations représentatives d'une date et/ou  
35 d'un lieu de fabrication, d'un numéro de lot ou de série.

Le laser 101 est, dans des modes de réalisation, une source laser émettant des impulsions d'une durée de l'ordre de la centaine de femtoseconde ( $100 \times 10^{-15}$  seconde) et, préférentiellement, inférieure à cette durée.

5 Le miroir 102 effectue, ici, un simple renvoi d'angle, pour augmenter la compacité du dispositif objet de la présente invention.

Le diaphragme 103 est positionné dans le plan image du système optique et définit ainsi la dimension de la zone marquée pendant un tir.

Le polariseur 104 et le cube séparateur 105 réalisent conjointement un atténuateur servant à adapter la puissance du faisceau laser sur la surface à marquer 108.  
10 On note que d'autres moyens d'atténuation, de type connu, peuvent remplacer les éléments 104 et 105.

Le polariseur 106 est adapté à polariser la lumière qui atteint la surface à marquer 108, par polarisation de la lumière en provenance du cube séparateur 105, l'angle de polarisation dépendant d'un signal émis par le moyen de commande 100, au cours d'un balayage synchronisé, d'une part, de l'image formée par le moyen de commande et, d'autre  
15 part, de la surface à marquer 108. Par exemple, le polariseur 106 est un polariseur à cristaux liquides ferroélectriques ou à céramiques PLZT, un polariseur statique mis en rotation par un moteur électrique (non représenté).

Le scanner 107 est adapté à provoquer le balayage de la surface 108 de manière  
20 synchronisée avec le balayage de l'image fournie par le moyen de commande 100. Par exemple, le scanner 107 est muni de miroirs montés sur des céramiques piézoélectriques.

La surface à marquer 108 est, par exemple, en papier, en matières plastiques ou en carton. On note que, en général, tout matériau peut ainsi être marqué mais que les puissances mises en jeu sont supérieures pour marquer des matériaux métalliques que pour  
25 marquer des matériaux diélectriques.

On observe aussi, en figure 1, un moyen de capture d'image 109, un moyen de traitement d'image 110 et un moyen de mémorisation 111.

Le moyen de capture d'image 109 comporte une source de lumière orientée, comme exposé plus loin, et un capteur d'image, par exemple une caméra ou un appareil  
30 photo électroniques.

Le moyen de traitement d'image 110 est adapté à déterminer, d'une part, la qualité du marquage, et, d'autre part, des caractéristiques physiques aléatoires de l'image marquée sur la surface 108, en fonction de l'image électronique fournie par le moyen de capture d'image 109. A partir de ces caractéristiques physiques, le moyen de traitement  
35 d'image détermine une signature de l'image. Le fonctionnement du moyen de traitement d'image est détaillé en regard des figures 5A et 5B. En effet, la structure des nanostructures par rayonnement ultra bref n'est pas seulement caractérisée par une périodicité de l'ordre de

quelques centaines de nanomètres. Des caractéristiques plus fines telles que le nombre de bifurcations entre lignes périodiques, la longueur moyenne des lignes entre deux bifurcations, les formes des figures de bifurcation, sont également analysées et quantifiées par des algorithmes d'analyse d'image adaptés. D'une figure de nanostructure peut alors être obtenue une signature numérique unique d'une interaction particulière entre le laser et le matériau (à la manière d'une empreinte digitale pour un être humain). Cette caractéristique propre est mise à profit dans des procédures d'identification et de traçabilité.

Le moyen de mémorisation 111 est adapté pour conserver la signature de l'image et de l'information associée, c'est-à-dire, par exemple, le contenu de l'information représentée par cette image, contenu fourni par le moyen de commande 100.

Dans un premier mode d'utilisation de la présente invention, on met en œuvre le dispositif pour marquer un moule, toutes les pièces moulées avec ce moule reproduisant la nanostructure réalisée par le dispositif sur le moule. On note que cette fabrication en série permet, cependant, d'identifier individuellement les pièces moulées. A cet effet, on capture une image de la nanostructure et on détermine la position des erreurs aléatoires de moulage puis la répartition de ces erreurs aléatoires. Cette répartition est ensuite mémorisée, par exemple dans une base de données accessible à distance, par exemple par l'intermédiaire du réseau Internet en association avec un identifiant de la pièce (par exemple date de fabrication, lot ou numéro de série individuel). Lors de la reconnaissance ultérieure de la pièce que l'on souhaite identifier, on capture à nouveau une image de la nanostructure, on détermine la position et la répartition des erreurs de moulage et on compare cette répartition avec celles représentées en mémoire pour identifier la pièce par les autres données mémorisées. On note que cette fonction d'identification est conjointe avec une fonction anti-copie, toute copie d'une pièce moulée ou du moule provoquant l'apparition d'erreurs de copie additionnelles qui sont repérées de la même manière que l'identité de la pièce, par exemple en fonction du nombre total des erreurs dans la marque.

Dans un deuxième mode d'utilisation du dispositif objet de la présente invention, chaque objet, ou document, est individuellement l'objet d'un marquage par le dispositif, la marque ainsi formée variant, indépendamment des erreurs de marquage, d'un objet à l'autre ou d'un lot à l'autre.

On observe, en figure 2 que, en fonction de l'angle de polarisation du faisceau laser, représenté sur des flèches menant à des images de nanostructures, l'orientation des nanostructures varie. Par exemple, les lignes les plus longues de la nanostructure 120, réalisée avec un angle de polarisation de  $40^\circ$  par rapport à l'horizontale sont orientées à environ  $40^\circ$  et que, les lignes les plus longues de la nanostructure 121, réalisée avec un angle de polarisation de  $70^\circ$  par rapport à l'horizontale sont orientées à environ  $70^\circ$ .

On observe, en figure 3, un dispositif de lecture d'information 305 comportant moyen de capture d'image 309, un moyen de traitement d'image 310 et un moyen de mémorisation 311.

5 Le moyen de capture d'image 309 comporte une source de lumière orientée 312 et un capteur d'image 313, par exemple une caméra ou un appareil photo électronique.

Le moyen de traitement d'image 310 est adapté à déterminer :

- d'une part, la couleur correspondant à chaque point marqué de la zone marquée 302 observée (voir figure 4), selon des techniques de reconnaissance de zone marquée et de reconnaissance de couleur connues et,
- 10 - d'autre part, des caractéristiques physiques aléatoires de l'image marquée sur la surface 301, en fonction de l'image électronique fournie par le moyen de capture d'image 309. A partir de ces caractéristiques physiques, le moyen de traitement d'image 310 détermine leur position et leur répartition, puis une signature de l'image, comme détaillé en regard des figures 5A et 5B.

15 Puis, le moyen de traitement d'image 310 transmet cette signature à un serveur distant 315, par l'intermédiaire d'une interface de réseau 314 et d'un réseau de télécommunication 316, par exemple téléphonique ou Internet. Le serveur distant 315 compare cette signature au contenu d'une base de données de signatures. En retour, un identifiant de l'objet (par exemple date de fabrication, lot ou numéro de série individuel) est  
20 fourni par le serveur distant 315.

Conjointement, le moyen de traitement d'image 310 détermine, en fonction du taux d'erreurs dans la marque, si l'objet est un original ou une copie.

Comme on l'observe en figure 4, sous un éclairage correctement orienté, des nanostructures donnent, par exemple, des couleurs bleues et vertes. En affectant, par  
25 exemple, une valeur binaire « 1 » à la couleur bleue et une valeur binaire « 0 » à la couleur verte, on associe l'octet 1 0 1 0 1 0 1 à l'image représentée en figure 4. La couleur observée dépend de l'angle d'observation et de l'angle d'éclairage. L'exploitation des couleurs observées requiert donc l'usage d'une analyse colorimétrique. Deux options peuvent être prises :

- 30 - un point de référence fixe 405 sur le ou à proximité du marquage est mis en place et permet d'orienter la lecture,
- une détermination précise et invariante de la distance colorimétrique entre deux marquages.

Comme on l'observe en regard des figures 5A et 5B, dans un mode de  
35 réalisation, la mise en œuvre de la présente invention avec les dispositifs illustrés en figures 1 à 3 comporte, d'abord, une étape 500, de détermination, pour chaque objet ou document à marquer, d'une matrice de zones, chaque zone de la matrice étant associée à une valeur,

par exemple binaire, représentant des informations. Les informations représentées par les valeurs associées aux zones de la matrice sont, par exemple, un identifiant de l'objet, une date de fabrication, un numéro de lot ou un numéro de série individuel.

5 Puis, au cours d'une étape 502, on effectue un réglage, éventuellement automatique, de l'ouverture du diaphragme 103, positionné dans le plan image du système optique pour définir la dimension de la zone marquée pendant un tir. Cette dimension est, par exemple, fournie par une spécification conservée en mémoire pour un lot d'objets ou documents à marquer.

10 Puis, au cours d'une étape 504, on commande l'atténuation de la puissance lumineuse en commandant l'angle de polarisation du polariseur 104 situé en amont du cube séparateur 105. Cette atténuation peut être commandée automatiquement, par exemple en fonction d'une spécification conservée en mémoire et correspondant à un lot de documents ou d'objets ou en fonction de capteurs (non représentés) de couleur et de matière des documents ou objets à marquer.

15 Au cours d'une étape 506, on positionne le scanner 107 pour que la première zone de l'image à former sur l'objet ou document à marquer se trouve sur le chemin optique du faisceau laser.

20 Au cours d'une étape 508, on détermine la valeur numérique à représenter sur la zone visée, en lisant, en mémoire, cette valeur. Au cours d'une étape 509, on fait tourner l'angle de polarisation du polariseur 106 pour que cet angle soit représentatif de la valeur numérique à représenter.

Au cours d'une étape 510, on effectue un tir en émettant un faisceau laser d'une durée de l'ordre de la femtoseconde et on forme des nanostructures sur la zone visée de l'objet ou du document à marquer.

25 Au cours d'une étape 512, on détermine si la dernière zone de l'image à former a été traitée. Si non, au cours d'une étape 514, on passe à la zone suivante à marquer et on retourne à l'étape 506 pour cette nouvelle zone.

Ainsi, on provoque le balayage de la surface 108 de manière synchronisée avec le balayage de l'image fournie par le moyen de commande 100.

30 Si le résultat de l'étape 512 est positif, au cours d'une étape 516, on déplace l'objet ou document marqué, pour le positionner en regard du moyen de capture d'image 109 et d'une source de lumière orientée de manière à faire apparaître, par diffraction, différentes couleurs dans les différentes zones de l'image. Au cours d'une étape 518, on capture et on mémorise une image de la zone marquée de l'objet ou document. Au cours d'une étape 520,  
35 on détermine si la qualité du marquage est suffisante, en comparant les couleurs avec des couleurs normalisées et en comparant les surfaces des zones de l'image à des surfaces normalisées.

Si la qualité est inférieure à un niveau prédéterminé, au cours d'une étape 521, on retire l'objet ou le document de la chaîne de production ou d'impression.

5 Sinon, au cours d'une étape 522, on détermine des caractéristiques physiques aléatoires de l'image marquée sur la surface 108, en fonction de l'image électronique fournie par le moyen de capture d'image 109. Par exemple, on détermine la position d'embranchements de lignes sensiblement parallèles de la nanostructure.

Au cours d'une étape 524, à partir de ces caractéristiques physiques, on détermine une signature de l'image.

10 Au cours d'une étape 526, on met en mémoire, par exemple dans une mémoire distante, d'une part, la signature de l'image et, d'autre part, des informations associées, c'est-à-dire, par exemple, le contenu de l'information représentée par cette image, contenu fourni par le moyen de commande 100. Les informations mémorisées conjointement avec la signature sont, par exemple, un identifiant de l'objet, une date de fabrication, un numéro de lot ou un numéro de série individuel.

15 On note que la mémoire des signatures et informations associées peut être une base de données accessible à distance, par exemple par l'intermédiaire du réseau Internet.

On note aussi que, dans un mode de réalisation où on marque un moule, la signature est déterminée et mémorisée d'une part pour le moule et, d'autre part, pour chaque objet moulé à partir de ce moule.

20 Lors de la reconnaissance ultérieure de l'objet ou document que l'on souhaite authentifier, au cours d'une étape 550, on capture et on mémorise une image de la nanostructure avec un moyen de capture d'image 109 et une source de lumière orientée de manière à faire apparaître, par diffraction, différentes couleurs dans les différentes zones de l'image.

25 Au cours d'une étape 552, on identifie les couleurs portées par les différentes zones marquées de l'image et on les associe aux valeurs numériques d'un message. On affiche alors ce message, on le transmet à distance et/ou on le transmet à une application informatique. Au cours d'une étape 554, on détermine la quantité d'erreurs du message, par exemple en déterminant la quantité de redondances consommée pour corriger ces erreurs  
30 ou par comparaison avec l'image d'origine reconstituée. Puis, au cours d'une étape 556, on détermine si l'objet ou document est un original ou une copie en comparant la quantité d'erreurs à une valeur limite prédéterminée.

Pour identifier l'objet ou document, au cours d'une étape 558, on détermine des caractéristiques physiques aléatoires de l'image marquée sur la surface 108, en fonction de  
35 l'image électronique fournie par le moyen de capture d'image 109. Par exemple, on détermine la position d'embranchements de lignes sensiblement parallèles de la


nanostructure ou la position et la répartition d'erreurs. Au cours d'une étape 560, à partir de ces caractéristiques physiques, on détermine une signature de l'image.

5 Au cours d'une étape 562, on fournit cette signature à la mémoire distante et on reçoit, en retour, d'une part, une information de reconnaissance de cette signature, l'absence  
de reconnaissance pouvant indiquer que l'objet ou document est une copie ou un faux et, d'autre part, en cas de reconnaissance, les informations associées à la signature dans la  
10 mémoire distante. Ainsi, par exemple, la position et la répartition des éléments caractéristiques ou des erreurs de moulage est comparée avec celles représentées en mémoire pour identifier l'objet ou document par les autres données mémorisées. On note  
que cette fonction d'identification est conjointe avec la fonction anti-copie, toute copie d'une  
pièce moulée ou du moule provoquant l'apparition d'erreurs de copie additionnelles qui sont  
repérées de la même manière que l'identité de la pièce, par exemple en fonction du nombre  
total des erreurs dans la marque.

15 Les informations associées sont affichées et/ou transmises à une application de traitement statistique ou de traçabilité.

On note que, en variante, la relecture de l'information marquée est effectuée via l'orientation de ces nanostructures. Par voie microscopique, les microstructures sont  
directement détectées à l'aide d'un dispositif optique adapté. Un algorithme d'analyse  
d'image est alors employé pour déterminer l'orientation moyenne de chacune des  
20 nanostructures associées à une zone de l'image.

## REVENDEICATIONS

- 1 - Procédé de marquage d'une surface (108, 301), caractérisé en ce qu'il comporte :
- une étape (500) de détermination d'une image représentative d'une information
- 5 et
- une étape (506 – 514) de marquage de ladite surface avec un faisceau laser polarisé pour former des nanostructures orientées représentant ladite image sur ou dans ladite surface.
- 2 – Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (506 – 514)
- 10 de marquage, on met en œuvre un laser (101) à impulsions d'une durée inférieure à  $10 \times 10^{-12}$  seconde.
- 3 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (506 – 514) de marquage, on met en œuvre une source laser (101) et un
- 15 moyen de polarisation (106) de la lumière issue de ladite source laser et atteignant ladite surface (108, 301).
- 4 – Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, le moyen de polarisation (106) est adapté à polariser la lumière selon un axe de polarisation variable en fonction d'un signal reçu par ledit moyen de polarisation.
- 5 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il
- 20 comporte une étape (518) de lecture de ladite image marquée sur ladite surface (108, 301) et une étape (520) de vérification de qualité en fonction de l'image lue.
- 6 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (506 – 514) de marquage, on met en œuvre un faisceau laser de dimension inférieure à 25  $\mu\text{m}$ .
- 25 7 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, au cours de l'étape de marquage (506 – 514), on réalise des points (302) espacés de moins de 10  $\mu\text{m}$ .
- 8 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, au cours de l'étape de marquage (506 – 514), on met en œuvre un faisceau laser émettant une
- 30 lumière dont la longueur d'onde est proche de 800 nm.
- 9 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (500) de détermination d'une image représentative d'une information, on fait varier ladite image pour chacune des étapes de marquage à réaliser.
- 10 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que, au
- 35 cours de l'étape (500) de détermination d'une image représentative d'une information, ladite information est représentative de données relatives à un objet ou document (108) comportant ladite surface (301).
- 

- 11 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (506 – 514) de marquage, on marque une zone de référence (405) représentative d'une orientation à mettre en œuvre au cours d'une étape de lecture (550) dudit marquage.
- 5 12 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte une étape (522, 524) de détermination d'une signature représentative de points caractéristiques et aléatoires de l'image marquée et une étape (526) de mémorisation de ladite signature.
- 10 13 - Dispositif (100 – 107) de marquage d'une surface (108, 301), caractérisé en ce qu'il comporte :
- un moyen (100) de détermination d'une image représentative d'une information et
  - un moyen (101 – 107) de marquage de ladite surface avec un faisceau laser polarisé pour former des nanostructures orientées représentant ladite image sur ou dans
- 15 ladite surface.
- 14 - Procédé de lecture d'une image marquée sur une surface (108, 301), caractérisé en ce qu'il comporte :
- une étape (550) de capture d'une image électronique de ladite image marquée ;
  - une étape (552) de détection, pour des zones (302) formant ladite image
- 20 marquée, d'orientation de microstructures orientées et
- une étape (552) de détermination d'une information représentée par les orientations détectées pour au moins une partie des zones formant l'image.
- 15 – Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (550) de capture d'une image électronique, on oriente une source d'éclairage (312) pour éclairer
- 25 l'image marquée avec une orientation prédéterminée et, au cours de l'étape (552) de détection, on réalise une analyse colorimétrique, chaque orientation de microstructure correspondant à une couleur principale.
- 16 – Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (550) de capture d'une image électronique, on détermine l'orientation de la source d'éclairage (312)
- 30 en fonction d'une information (405) portée par ladite surface.
- 17 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, caractérisé en ce qu'il comporte une étape (556) de détermination d'authenticité de l'image marquée, en fonction de l'information représentée par les orientations détectées.
- 18 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, caractérisé en ce qu'il
- 35 comporte une étape (558, 560) de détermination d'une signature représentative de points caractéristiques et aléatoires de l'image marquée et une étape (562) de comparaison de ladite signature avec des signatures conservées en mémoire.

19 - Dispositif (305 – 314) de lecture d'une image marquée sur une surface (108, 301), caractérisé en ce qu'il comporte :

- un moyen (309, 313) de capture d'une image électronique de ladite image marquée ;

5 - un moyen (305, 310) de détection, pour des zones formant ladite image marquée, d'orientation de microstructures orientées et

- un moyen (305, 310) de détermination d'une information représentée par les orientations détectées pour au moins une partie des zones formant l'image.



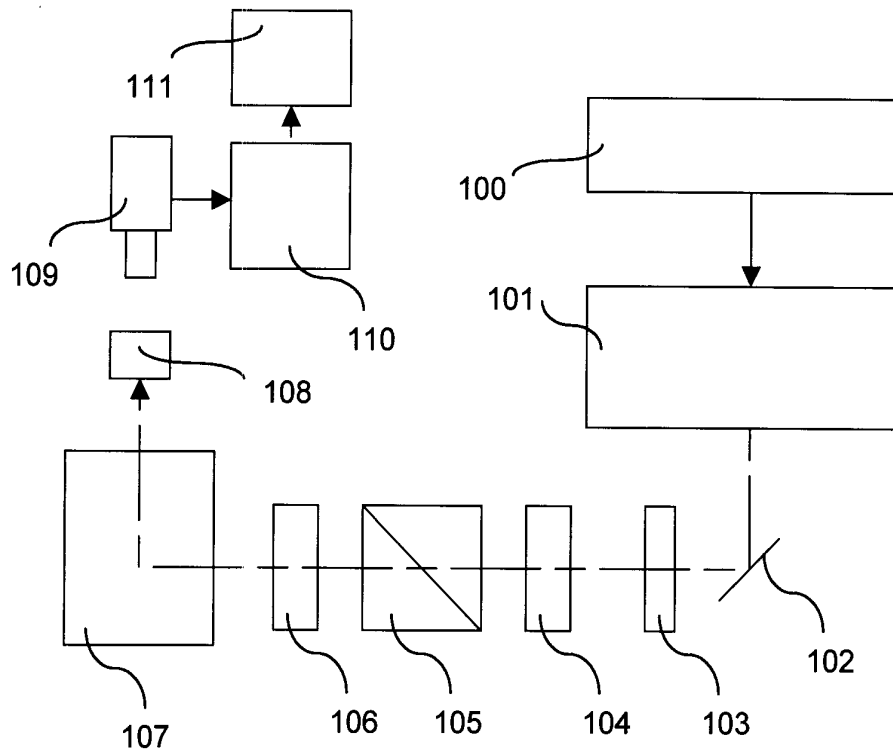


Figure 1

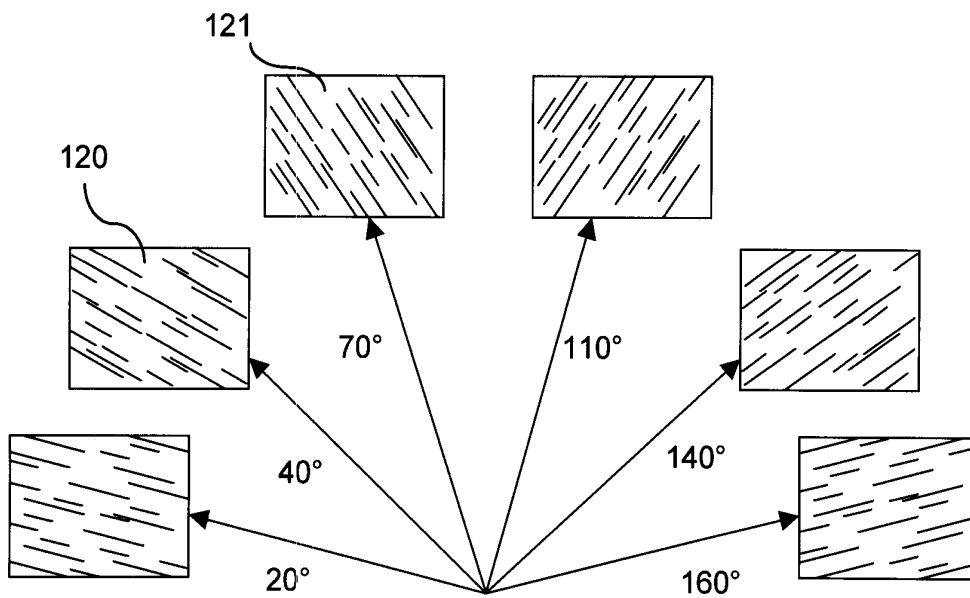


Figure 2

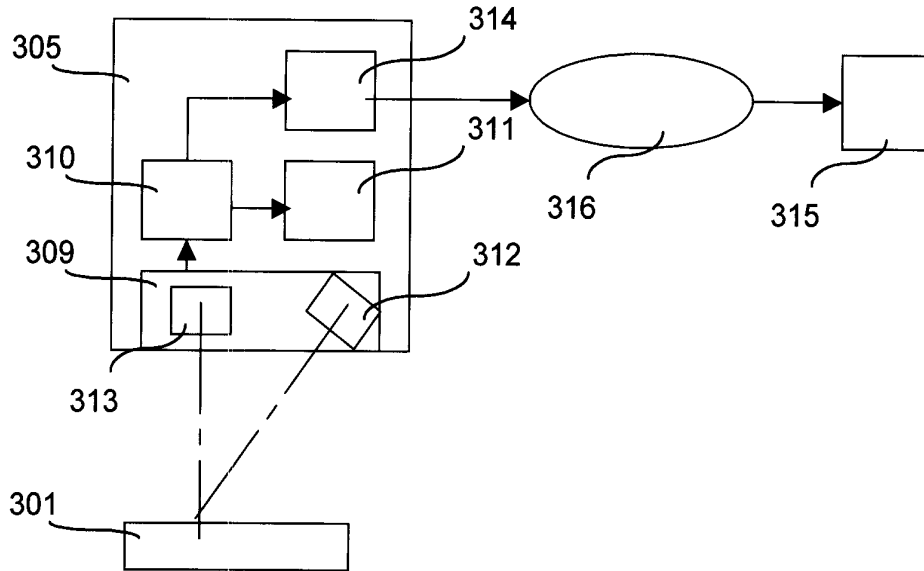


Figure 3

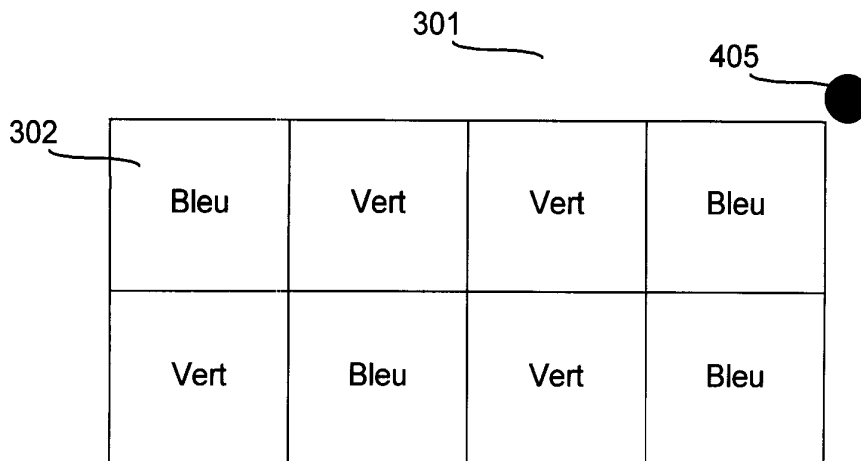


Figure 4

3/4

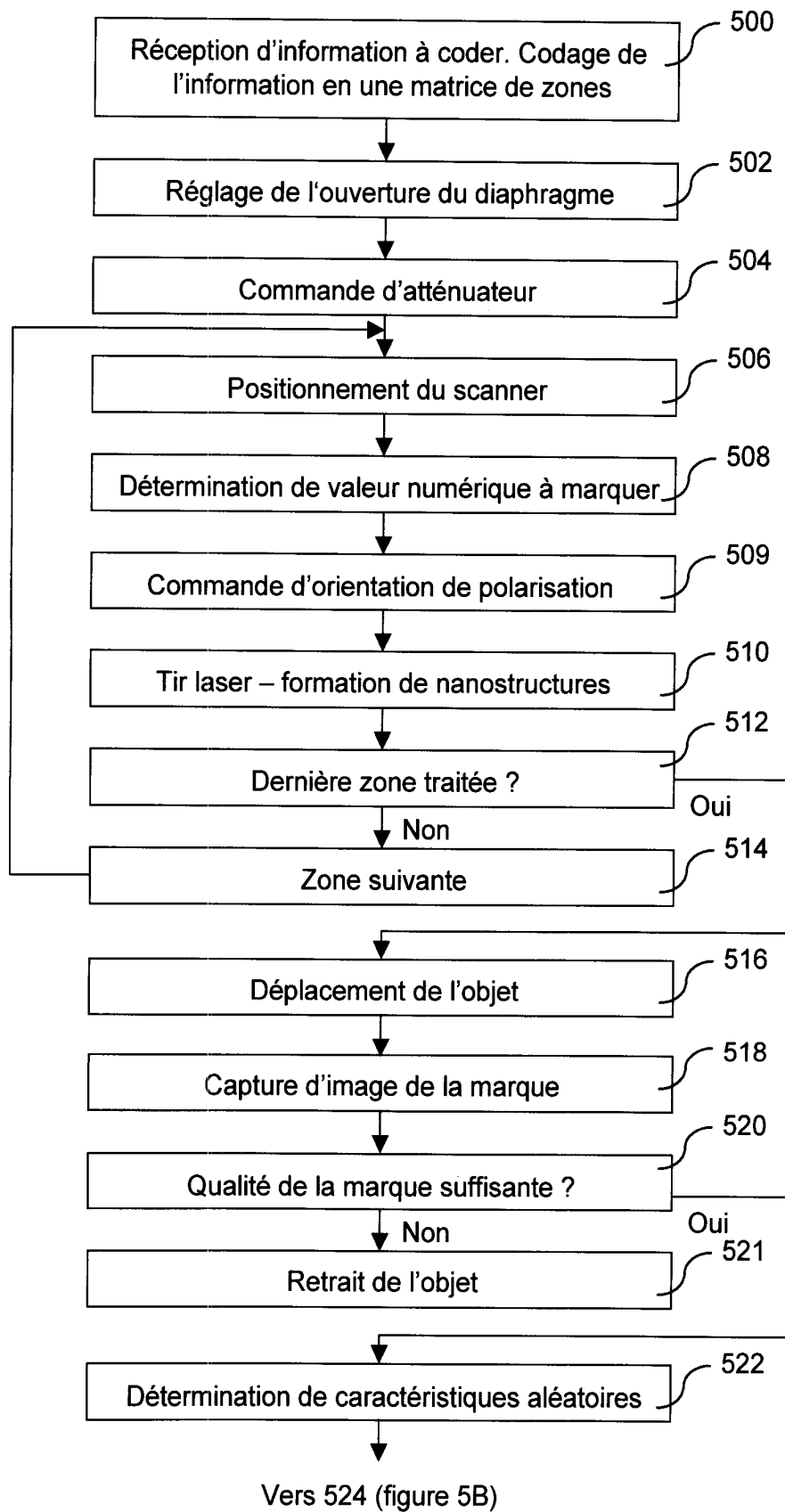


Figure 5A

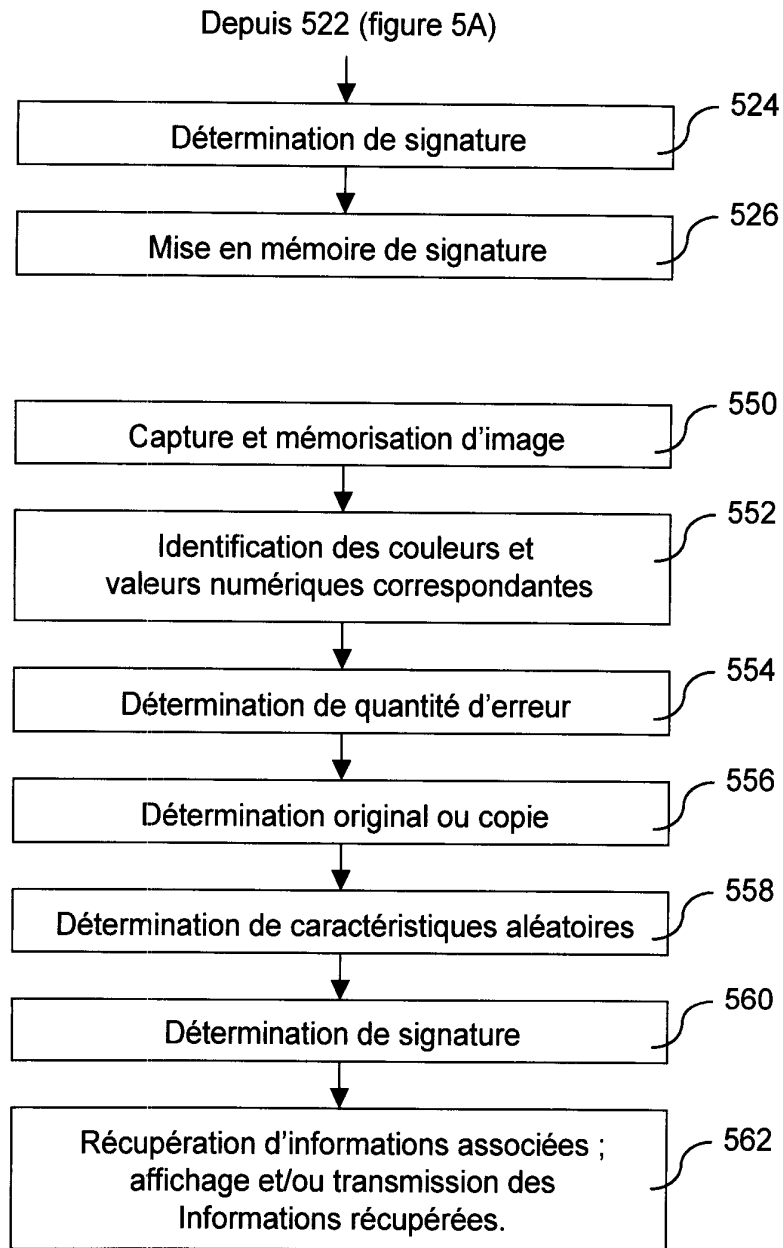


Figure 5B

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 700886  
FR 0706427

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	JP 2005 270992 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 6 octobre 2005 (2005-10-06) * revendications 1-9 * * alinéas [0008], [0009], [0014] * * alinéas [0055], [0056], [0064] * * exemples 1-4 * * figures 3-5 *	1-19	B41M5/24 B82B3/00 G06K7/10
X	WO 2007/012215 A (BOEGLI GRAVURES SA [CH]; REISSE GUENTER [DE]; WEISSMANTEL STEFFEN [DE]) 1 février 2007 (2007-02-01) * revendications 1,3,6-9,12 * * page 5, ligne 28 - ligne 31 * * page 8, ligne 19 - page 9, ligne 12 * * figures 3-6 *	1-19	
D,X	M. GUILLERMIN ET AL.: APPLIED SURFACE SCIENCE, vol. 253, 25 février 2007 (2007-02-25), pages 8075-8079, XP002479757 * page 8076 * * figures 1-3,6 *	1-4,8	
A	EP 1 586 405 A (NEC MACHINERY CORP [JP]) 19 octobre 2005 (2005-10-19) * revendications 1,3,7,14 * * figures 5,21,22 *		
A	YASUHIKO SHIMOTSUMA ET AL.: PROC. OF SPIE, vol. 5662, 2004, pages 173-178, XP002479758 * le document en entier *		
A	EP 1 788 115 A (CANON MACHINERY INC [JP]) 23 mai 2007 (2007-05-23) * alinéas [0007], [0008] *		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 mai 2008		Dardel, Blaise	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0706427 FA 700886**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 09-05-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2005270992 A	06-10-2005	AUCUN	
WO 2007012215 A	01-02-2007	AUCUN	
EP 1586405 A	19-10-2005	AU 2003268681 A1 WO 2004035255 A1 JP 4054330 B2 US 2006138102 A1	04-05-2004 29-04-2004 27-02-2008 29-06-2006
EP 1788115 A	23-05-2007	WO 2006027850 A1	16-03-2006