



(11) **EP 2 328 693 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**08.01.2014 Bulletin 2014/02**

(51) Int Cl.:  
**B07C 5/342** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09784302.3**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2009/000926**

(22) Date de dépôt: **24.07.2009**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2010/012892 (04.02.2010 Gazette 2010/05)**

(54) **PROCÉDÉ POUR L'IDENTIFICATION AUTOMATIQUE D'UNE MATIÈRE OU D'UN OBJET**  
VERFAHREN ZUR AUTOMATISIERTEN MATERIALBESTIMMUNG EINES OBJEKTES  
PROCESS FOR AUTOMATIC IDENTIFICATION OF AN OBJECT'S MATERIAL

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**RS**

(30) Priorité: **30.07.2008 FR 0804363**  
**07.05.2009 FR 0902217**

(43) Date de publication de la demande:  
**08.06.2011 Bulletin 2011/23**

(73) Titulaires:  
• **Lambert, Claude**  
**91240 St-Michel-sur-Orge (FR)**  
• **Hachin, Jean-Michel**  
**92300 Levallois Perret (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Lambert, Claude**  
**91240 St-Michel-sur-Orge (FR)**  
• **Hachin, Jean-Michel**  
**92300 Levallois Perret (FR)**

(74) Mandataire: **Mazabraud, Xavier**  
**Cabinet Moutard**  
**35, rue de la Paroisse**  
**BP 20513**  
**F-78005 Versailles Cedex (FR)**

(56) Documents cités:  
**WO-A-99/27623 FR-A- 2 901 160**  
**GB-A- 2 119 509**

**EP 2 328 693 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un procédé pour l'identification automatique d'objets ou de matières, par exemple de matières plastiques. Par identification, on entend l'extraction d'informations concernant la matière ou l'objet, cf. GB-A-2 119 509

**[0002]** Ce procédé est notamment applicable au tri et au recyclage de matières provenant d'objets usagés.

**[0003]** On connaît des procédés d'identification automatique d'objets ou de matières consistant à inclure dans ces objets ou matières de faibles concentrations de substances ayant des propriétés spécifiques de luminescence, à les irradier à l'aide d'un faisceau lumineux à large spectre de fréquence, à effectuer une analyse spectrophotométrique de la réponse des substances incluses dans le matériau et à les identifier en fonction de ces réponses, cf. FR-A-2 901 160.

**[0004]** Dans leur demande No 06 04578, les Demandeurs ont par exemple proposé un procédé dans lequel l'analyse spectrophotométrique comporte notamment les étapes suivantes, après irradiation de l'objet ou de la matière marquée :

- l'envoi des ondes transmises ou réfléchies par l'objet ou la matière sur un élément dispersif qui les dévie de manière à obtenir un spectre lumineux de l'intensité lumineuse en différentes zones du spectre correspondant à des plages de longueurs d'ondes différentes,
- la détection de l'intensité lumineuse dans chacune desdites zones,
- la comparaison de cette intensité avec une ou plusieurs valeurs de seuil spécifiquement attribuées à cette zone et qui ont été préalablement enregistrées en mémoire,
- le résultat de cette comparaison contribuant à la détermination du code d'identité de la matière.

**[0005]** Cependant, ce procédé est intrinsèquement limité en capacité de codage d'informations concernant la matière du fait de l'unicité du type d'excitation. Or il peut être utile de coder plusieurs types d'informations concernant une matière, par exemple sa composition, sa voie de recyclage, son fabriquant.

Il est également limité dans le cas de matières fortement colorées ou noires, qui sont relativement fréquentes. La coloration est due à la présence au sein de la matière de pigments colorés, notamment de noir de carbone, dans des proportions variables. Le noir de carbone est utilisé en tant que protecteur contre les rayonnements, principalement UV, dans les applications extérieures ou comme agent stabilisant et de renforcement. Son action consiste principalement à absorber les radiations reçues par la matière pouvant entraîner des dégradations des chaînes polymériques. Cependant, il a également la propriété d'absorber les radiations qui pourraient être émises notamment dans le spectre visible par la matière constituant

l'objet et/ou les marqueurs inclus, ce qui explique sa couleur foncée ou noire. Il en résulte que l'excitation par une source lumineuse n'entraîne pas d'émission spectrale permettant d'extraire facilement des informations concernant la matière avec de très faibles concentrations de marqueurs si celle-ci est fortement colorée ou noire.

**[0006]** L'invention a donc plus particulièrement pour but de résoudre ce problème grâce à un procédé permettant d'identifier différentes matières indépendamment de leur couleur avec de très faibles concentrations de marqueurs.

**[0007]** Selon l'invention, ce procédé comprend les étapes selon la revendication 1.

**[0008]** Le procédé consiste à soumettre une matière ou un objet à une combinaison de vecteurs d'excitation différents et non plus seulement à une excitation lumineuse. Les vecteurs d'excitation peuvent être appliqués de façon simultanée ou en séquence.

**[0009]** Le procédé d'identification est précédé d'une phase comportant :

- une étape de sélection d'au moins une substance réagissant à au moins un desdits vecteurs d'excitation en émettant une réponse détectable à distance, lesdites substances étant prévues pour être incorporées au sein ou à la surface de matières sans modifier de façon substantielle les propriétés physiques ou chimiques desdites matières,
- une étape d'élaboration d'une table de correspondance consistant en un ensemble de relations biunivoques entre une combinaison de réponses et une information concernant ladite matière,

et d'une étape de marquage dans laquelle on incorpore sélectivement au moins une substance sélectionnée au sein ou à la surface d'une matière, de façon à rendre active ladite matière ou actifs des objets composés de ladite matière.

**[0010]** Dans cette phase préalable on sélectionne au moins une substance pouvant être incorporée dans des matières, par exemple des matières plastiques, à une très faible concentration, chaque substance  $S_i$  possédant une réponse  $R_{i,j}$  à un vecteur d'excitation  $V_j$ . Chaque substance n'a pas besoin de répondre à chaque vecteur d'excitation, il suffit qu'elle réponde à au moins un vecteur d'excitation.

Dans le cas le plus courant, une substance  $S_i$  répond au vecteur d'excitation  $V_i$  et on a autant de substances que de vecteurs d'excitation. Cependant deux substances peuvent répondre au même vecteur d'excitation à condition que leurs réponses soient distinctes, par exemple en fluorescence, à des longueurs d'onde différentes. Le nombre de substances utilisées dans une matière peut donc être supérieur au nombre de vecteurs d'excitation. Inversement, le nombre de substances peut être inférieur au nombre de vecteurs d'excitation dans le cas où une ou plusieurs substances répondrait à des vecteurs d'excitation différents. La multiplication des vecteurs d'exci-

tation présente l'intérêt de permettre de faire appel à des familles plus larges de substances et donc d'élargir le codage.

La très faible concentration utilisée pour les substances est essentielle :

- elle garantit que l'incorporation des substances ne modifiera pas les propriétés physiques ou chimiques des matières dans lesquelles elles seront incorporées,
- elle dispense des tests de non toxicité,
- les substances utilisées seront difficilement détectables et notamment invisibles à l'oeil nu,
- le surcoût sera faible.

Les substances pourront être de nature différente :

- des composés chimiques,
- des particules, notamment des nanoparticules, c'est-à-dire des particules ou des structures dont la taille se mesure en nanomètres.

Les substances pourront être noyées dans la masse ou disposés en surface, par exemple par imprégnation (par exemple dans un textile, une teinture...), par enduction (dépôt de vernis, peinture, pulvérisation) sur différents supports, par exemple des pièces métalliques d'aviation, que ce soit sur l'ensemble de la surface ou ponctuellement (sérigraphie, dépôt au tampon), ou sous forme d'étiquettes marquées en partie visible ou non.

Avantageusement, ce revêtement pourra comprendre une zone réfléchissante recouverte d'une couche transparente contenant des marqueurs. Cette technique permet ainsi d'effectuer une spectrophotométrie par réflexion qui réduit considérablement les pertes énergétiques.

**[0011]** Les réponses des substances aux différents vecteurs d'excitation étant connues, il est possible d'élaborer une table de correspondance entre des combinaisons de substances et donc de réponses aux excitations et les informations prévues pour les matières dans lesquelles elles seront incorporées. Par exemple, si on utilise trois substances  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  et deux vecteurs d'excitation  $V_1$  et  $V_2$  et si :

- la substance  $S_1$  fournit une réponse  $R_{1,1}$  à l'excitation  $V_1$ ,
- la substance  $S_2$  fournit une réponse  $R_{2,1}$  à l'excitation  $V_1$ ,
- la substance  $S_3$  fournit une réponse  $R_{3,2}$  à l'excitation  $V_2$ ,

on obtient  $2^3 - 1 = 7$  combinaisons de réponses possibles, et donc une table de correspondance à 7 entrées.

Plus généralement, l'emploi de  $n$  substances de marquage dans une matière ( $n \geq 1$ ), soumis à  $p$  vecteurs d'excitation ( $p \geq 2$ ), en vue d'obtenir  $r$  réponses ( $r \leq n * p$ ) permet de bâtir une table de correspondance à  $2^r - 1$

entrées, et donc de coder pour autant d'informations concernant la matière.

On peut donc aboutir à une grande possibilité de codage d'informations concernant une matière ou d'un objet incorporant ces matières en multipliant les vecteurs d'excitation et les substances.

**[0012]** Dans l'étape de détermination d'une information concernant ladite matière ou dudit objet :

- on compare lesdites réponses obtenues aux combinaisons de réponses présentes dans ladite table de correspondance,
- on attribue ladite information lorsque ladite comparaison révèle une identité.

**[0013]** Les excitations auxquelles la matière est soumise provoquent une ou plusieurs réponses. Ces réponses sont rapprochées de la table de correspondance entre réponses attendues et information concernant la matière, ce qui permet par exemple d'identifier cette matière. Si aucune réponse n'est obtenue, ou si la réponse obtenue ne figure pas dans la table de correspondance, il ne sera pas possible d'attribuer une information concernant la matière.

**[0014]** Dans l'étape d'élaboration de la table de correspondance, on peut ne tenir compte que de la présence ou de l'absence d'une réponse de substance aux vecteurs d'excitation, et/ou de l'intensité d'une réponse de substance, par exemple sous la forme d'une pluralité de seuils de réponse.

**[0015]** On peut également tenir compte de l'émission spontanée d'une substance sélectionnée en l'absence de vecteur d'excitation par exemple sous la forme d'émission spontanée de rayonnement électromagnétique ou de particules, neutres ou chargées, notamment dans le cas de la radioactivité, ou d'émission de molécules, notamment odoriférantes.

**[0016]** Avantageusement, on peut, dans l'étape de détection, tenir compte de l'émission de la matière sous l'effet des vecteurs d'excitation, notamment pour corriger les réponses obtenues, par exemple pour soustraire le bruit de fond.

**[0017]** Un grand nombre de vecteurs d'excitation sont envisageables :

- excitation électromagnétique, notamment une excitation optique, par exemple un faisceau lumineux à large spectre de fréquence, dans l'infra-rouge ou les UV, les rayons X,
- excitation électrique, par exemple sous la forme de l'application d'un champ électrique,
- excitation magnétique, par exemple sous la forme de l'application d'un champ magnétique,
- excitation thermique,
- excitation par flux de particules, notamment d'électrons.

**[0018]** Avantageusement, les réponses prévues de la

part des substances et les réponses obtenues sont choisies dans la liste comportant :

- émission électromagnétique, notamment une émission lumineuse, fluorescence (visible, X, UV) ou phosphorescence,
- variation de champ magnétique,
- variation de champ électrique.

Comme indiqué plus haut, ces réponses sont détectables à distance.

**[0019]** Avantageusement :

- dans l'étape de marquage, on marque les matériaux ou objets avec un marqueur comportant du vanadate d'Yttrium dopé Europium, à une concentration inférieure à 200 ppm, voire inférieure à 100 ppm,
- dans l'étape d'excitation, on applique à la matière ou l'objet une excitation électromagnétique dans la gamme comprise entre 230 et 390 nm, préférentiellement 330-340 nm,
- dans l'étape de détection, on effectue une détection dudit marqueur dans une bande centrée sur 610-620 nm et une mesure de l'intensité du pic correspondant.

**[0020]** Le vanadate d'Yttrium dopé Europium excité entre 230 et 390 nm, c'est-à-dire dans le proche UV, utilisé seul ou en combinaison avec d'autres marqueurs, procure une réponse centrée sur 610-620 nm exploitable dans les matériaux noirs ou fortement colorés.

Lorsqu'une matière noire ou fortement colorée est excitée dans le proche UV on observe un bruit de fond relativement important qui nécessite un traitement du signal, par exemple pour constituer une ligne de base, de façon à extraire et quantifier les réponses. Lorsque le vanadate d'Yttrium dopé Europium est utilisé en combinaison avec un autre marqueur, l'un d'eux peut servir de calibrage, on travaille alors en différentiel.

**[0021]** Le procédé permet de recueillir une ou plusieurs informations concernant une matière ou un objet, par exemple une propriété chimique, notamment sa composition chimique et donc d'identifier la matière en cours d'examen ou sa qualité (type, grade). L'information peut également concerner la fabrication de la matière ou de l'objet, par exemple l'identité de son fabricant, son lieu ou sa date de fabrication...

On passe ainsi de la simple identification d'une matière ou d'un objet à son authentification, c'est à dire être capable de distinguer un objet authentique d'une copie non autorisée, par exemple dans le cadre de la lutte contre la contrefaçon.

**[0022]** Grâce à sa généralité, le procédé est applicable à tous types de matières, notamment à des matières noires ou fortement colorées, qui absorbent une grande gamme de rayonnements.

**[0023]** Dans le cas d'une excitation par faisceau lumineux, les données d'identification pourront comporter la

combinaison de marqueurs choisis, les longueurs d'onde des raies caractéristiques, leur intensité, la durée d'une fluorescence éventuelle...

Ainsi, il n'est pas nécessaire d'observer toutes les longueurs d'onde émises par le matériau, il suffit d'analyser les plages de valeurs correspondant aux raies prévues dans la table de correspondance, préalablement stockée en mémoire, afin de vérifier leur présence ou leur absence sans se préoccuper des zones situées hors de ces raies.

**[0024]** Le code d'identification pourra résulter d'une combinaison de marqueurs et pourra consister en un nombre binaire dont les chiffres binaires correspondent chacun à la présence ou l'absence d'un marqueur.

**[0025]** Dans le cas d'une identification en vue du recyclage de matériaux, on pourra envisager d'utiliser cette combinaison de marqueurs pour coder le type ou le grade de matériaux, par exemple plastiques, ce qui permet de les trier par type ou par grade une fois l'identification réalisée. Le code peut également porter :

- sur la voie de valorisation, de recyclage, de rejet ou élimination, cette voie pouvant être commune pour des matériaux de compositions différentes et pouvant évoluer dans le temps,
- sur le fait de savoir si la matière possède une propriété particulière, par exemple s'il s'agit d'une matière première secondaire, c'est-à-dire déjà recyclée.

**[0026]** Par extension, la combinaison de plusieurs vecteurs d'excitation et de marqueurs pourra permettre d'obtenir plusieurs informations de natures différentes sur un matériau, par exemple l'authentification d'un ou plusieurs acteurs dans le cycle de vie d'un matériau ou d'un objet (fabriquant, distributeur, propriétaire...) ; à cette fin, il suffit que le matériau incorporé dans l'objet ait été au préalable marqué en fonction d'un ou plusieurs acteurs intervenant dans le cycle de vie d'un matériau ou d'un objet et non seulement de sa composition.

**[0027]** Le procédé est donc applicable :

- au tri de matériaux ou d'objets,
- au recyclage de matériaux ou d'objets,
- à la traçabilité de matériaux ou d'objets,
- au contrôle qualité, par exemple la vérification qu'un lot de matériaux déjà triés correspond bien à la composition annoncée, de façon à optimiser les opérations de recyclage.

**[0028]** Le procédé s'applique à l'identification de tout type de matière, notamment de matières de toute coloration, plus ou moins foncée ; il est particulièrement applicable à l'identification de matières colorées ou noires.

**[0029]** Des exemples de marqueurs appropriés à des matières plastiques nouvelles seront décrits ci-après, à titre d'exemples non limitatifs avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 représente des courbes de fluorescence naturelle de trois composés plastiques ;

La figure 2 représente des courbes de fluorescence de polypropylène noir, avec différentes concentrations de marqueur.

**[0030]** La figure 1 représente les courbes d'intensité de fluorescence de trois composés plastiques non marqués, l'Acrylonitrile Butadiène Styrène (ABS, courbe 1), le Polypropylène (PP, courbe 2) et le Polypropylène pigmenté de noir (courbe 3), l'ABS et le PP étant deux matériaux couramment utilisés. L'illumination est produite au moyen d'une diode électroluminescente (LED) UV-TOP opérant à environ 330 nm, c'est-à-dire dans le proche UV, avec une puissance de sortie nominale de 1 mW et les spectres sont obtenus avec un spectromètre de fluorescence FluoroMax®.

**[0031]** On constate :

- que l'intensité de fluorescence naturelle de l'ABS et du PP diminue dans la région du rouge et du proche infra-rouge ( $\lambda > 500$  nm),
- que l'intensité de fluorescence du PP pigmenté de noir est constante dans le domaine entier visible et proche IR, mais avec une intensité de plus de deux ordres de grandeur inférieure à celle des échantillons non pigmentés.

**[0032]** Compte tenu de cette réponse intrinsèque plus faible de ces matériaux dans le domaine rouge et proche IR d'une part, et de la réponse uniformément faible du matériau pigmenté de noir, on en déduit qu'il peut être avantageux d'utiliser des marqueurs qui, après irradiation de l'objet ou du matériau marqué, émettent des rayonnements dans une bande de fréquences correspondant au rouge - proche infra rouge.

Avantageusement, on choisira des marqueurs qui ont une réponse dans la gamme de 500 à 650 nm.

Compte tenu du déplacement de Stokes, l'irradiation doit avoir lieu dans une gamme de longueurs d'onde inférieures, par exemple dans le proche UV, dans la gamme 220 à 380 nm.

Les marqueurs utilisés pourront être chimiques, organiques ou minéraux, ou composés de nanoparticules. Il pourra s'agir de produits fabriqués à la demande ou de produits commerciaux.

On pourra par exemple utiliser des marqueurs commercialisés par "Phosphor Technology Dyes" (marque déposée) dont les caractéristiques sont les suivantes :

- marqueur H : deux pics d'émission à 614 et 618 nm,
- marqueur I : un pic d'émission à 515 nm.

**[0033]** Ces marqueurs ont de plus l'avantage de présenter une bonne stabilité thermique et chimique, ainsi qu'une bonne tenue aux UV.

**[0034]** Pour obtenir un signal qui permette d'identifier

le matériau :

- on utilisera une source d'excitation de forte puissance, typiquement une lampe à arc au Xénon, une LED UV ou un laser ;
- on procédera à l'amplification du signal correspondant auxdites intensités lumineuses transmises ou réfléchies ;
- on effectuera un traitement du signal correspondant auxdits rayonnement émis en vue de réduire le bruit de fond, en particulier par l'exploitation du niveau des pics caractéristiques du ou des marqueurs.

**[0035]** La figure 2 illustre les résultats obtenus avec une lampe à arc au Xénon et un spectromètre de fluorescence FluoroMax®, dans le cas de polypropylène noir marqué avec le marqueur H, à deux concentrations différentes, 200 ppm (courbe 1) et 100 ppm (courbes 2 et 3). On constate que les deux pics caractéristiques du marqueur H ressortent nettement du bruit de fond à 614 et 618 nm, permettant ainsi son identification et par là même l'identification du matériau dans lequel il est inclus, même lorsqu'il est noir.

## Revendications

1. Procédé pour l'identification et/ou l'authentification d'une matière ou d'un objet, notamment en vue d'effectuer un tri de matières ou d'objets, comprenant :

- une étape d'excitation comportant l'application à une matière ou à un objet d'une pluralité de vecteurs d'excitation ( $V_j$ ,  $j = 1$  à  $p$ ),
- une étape de détection des réponses ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3...$ ) des matières ou objets soumis auxdits vecteur d'excitation ( $V_j$ ,  $j = 1$  à  $p$ ),
- une étape de détermination d'au moins une information concernant ladite matière ou dudit objet sur la base desdites réponses obtenues ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3...$ ) et d'une table de correspondance préétablie,

caractérisé en ce qu'il comprend :

- une phase préalable comportant :
  - une étape de sélection d'au moins une substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  à  $n$ ) réagissant à au moins un desdits vecteurs d'excitation ( $V_j$ ,  $j = 1$  à  $p$ ) en émettant une réponse ( $R_{ij}$ ,  $i = 1$  à  $n$ ,  $j = 1$  à  $p$ ) détectable à distance, ladite au moins une substance étant prévue pour être incorporée au sein ou à la surface de matières sans modifier de façon substantielle les propriétés physiques ou chimiques desdites matières,
  - une étape d'élaboration d'une table de cor-

respondance consistant en un ensemble de relations biunivoques entre une combinaison de réponses ( $R_{i,j}$ ,  $i = 1$  à  $n$ ,  $j = 1$  à  $p$ ) et une information concernant ladite matière,

- une étape de marquage dans laquelle on incorpore sélectivement au moins une substance sélectionnée ( $S_i$ ,  $i = 1$  à  $n$ ) au sein ou à la surface d'une matière, de façon à rendre active ladite matière ou actifs des objets composés de ladite matière.

et **en ce que**, dans l'étape de détermination d'une information concernant ladite matière ou dudit objet :

- on compare lesdites réponses obtenues ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3...$ ) aux combinaisons de réponses ( $R_{i,j}$ ,  $i = 1$  à  $n$ ,  $j = 1$  à  $p$ ) présentes dans ladite table de correspondance,  
- on attribue ladite information lorsque ladite comparaison révèle une identité.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans l'étape d'élaboration d'une table de correspondance, on ne tient compte que de la présence ou de l'absence d'une réponse de substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  à  $n$ ) auxdits vecteurs d'excitation ( $V_j$ ,  $j = 1$  à  $p$ ), ou bien, on tient compte de l'intensité d'une réponse de substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  à  $n$ ) auxdits vecteurs d'excitation ( $V_j$ ,  $j = 1$  à  $p$ ) et/ou de l'émission spontanée d'une substance sélectionnée ( $S_i$ ,  $i = 1$  à  $n$ ).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** dans l'étape de détection des réponses, on tient compte de la réponse de la matière sous l'effet desdits vecteurs d'excitation ( $V_j$ ,  $j = 1$  à  $p$ ), notamment pour corriger les réponses obtenues ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3...$ ).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** :
  - dans l'étape de marquage, on marque les matériaux ou objets avec un marqueur comportant du vanadate d'Yttrium dopé Europium, à une concentration inférieure à 200 ppm,
  - dans l'étape d'excitation, on applique à la matière ou l'objet une excitation électromagnétique dans la gamme comprise entre 230 et 390 nm,
  - dans l'étape de détection, on effectue une détection dudit marqueur dans une bande centrée sur 610-620 nm et une mesure de l'intensité du pic correspondant.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'information concernant ladite matière est une propriété chimique, notamment sa composition chimique.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'information concernant ladite matière concerne sa fabrication.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite matière est noire ou fortement colorée.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la substance incorporée lors de l'étape de marquage est un marqueur chimique qui, après irradiation de l'objet ou du matériau marqué, émet des rayonnements dans une bande de fréquences correspondant au rouge - proche infra rouge, de préférence tel que ledit marqueur émet des rayonnements dans la gamme de 500 à 650 nm et/ou que l'irradiation de l'objet ou du matériau marqué s'effectue dans la gamme 220 à 380 nm.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** ladite analyse spectrophotométrique comporte en outre les étapes suivantes :
  - l'amplification du signal correspondant auxdites intensités lumineuses transmises ou réfléchies,
  - le traitement du signal correspondant auxdites rayonnement émis en vue de réduire le bruit de fond.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédente, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre, préalablement à l'étape d'excitation, une étape de broyage des objets sous forme de particules et **en ce qu'il** s'applique auxdites particules.
11. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications précédente, au tri de matériaux ou d'objets.
12. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 au recyclage de matériaux ou d'objets.
13. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 à l'authentification d'au moins un acteur dans le cycle de vie d'un matériau ou d'un objet.
14. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 à la traçabilité de matériaux ou d'objets, et/ou, au contrôle qualité de matériaux ou d'objets.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Identifizierung und/oder Authentifizierung eines Stoffes oder eines Objekts, insbesondere um eine Trennung von Stoffen oder Objekten durchzuführen, umfassend:

- einen Anregungsschritt, welcher die Beaufschlagung eines Stoffes oder eines Objekts mit einer Vielzahl von Anregungsvektoren ( $V_j$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ) umfasst,
- einen Erkennungsschritt der Antworten ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,...) der den Anregungsvektoren ausgesetzten Stoffe oder Objekte ( $V_j$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ),
- einen Bestimmungsschritt wenigstens einer den Stoff oder das Objekt betreffenden Information auf der Grundlage der erkannten Antworten ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,...) und einer im Voraus erstellten Korrespondenztabelle, **gekennzeichnet durch**

- eine vorangehende Phase umfassend:

- einen Auswahlsschritt mindestens einer Substanz ( $S_i$ ,  $i = 1$  bis  $n$ ), die auf mindestens einen der Anregungsvektoren ( $V_j$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ) **durch** Emission einer aus der Ferne detektierbaren Antwort reagiert, wobei die wenigstens eine Substanz zur Untermischung in oder auf der Oberfläche von Stoffen vorgesehen ist, ohne dass **dadurch** jedoch die physikalischen oder chemischen Eigenschaften der Stoffe wesentlich verändert werden,
- einen Erstellungsschritt einer Korrespondenztabelle bestehend aus einer Menge von eins-zu-eins Verhältnissen zwischen einer Kombination von Antworten ( $R_{i,j}$ ,  $i = 1$  bis  $n$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ) und einer den Stoff betreffenden Information,

- einen Markierungsschritt während dessen wenigstens eine ausgewählte Substanz ( $S_i$ ,  $i = 1$  bis  $n$ ) selektiv in oder auf der Oberfläche eines Stoffes untergemischt wird, um den Stoff oder aus dem Stoff bestehende Objekte zu aktivieren.

und **dadurch**, dass in dem Bestimmungsschritt einer den Stoff oder das Objekt betreffenden Information:

- die erhaltenen Antworten ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,...) mit den in der Korrespondenztabelle enthaltenen Kombinationen von Antworten ( $R_{i,j}$ ,  $i = 1$  bis  $n$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ) verglichen werden,
- die Information zugeteilt wird, wenn **durch** den Vergleich eine Übereinstimmung offenbart wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass** während des Erstellungsschrittes einer Korrespondenztabelle nur das Vorhandensein oder Fehlen einer Antwort der Substanz ( $S_i$ ,  $i = 1$  bis  $n$ ) auf die Anregungsvektoren ( $V_j$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ) berücksichtigt wird, oder aber, die Stärke einer Antwort der Substanz ( $S_i$ ,  $i = 1$  bis  $n$ ) auf die Anregungsvektoren ( $V_j$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ) und/oder die spontane Emission einer ausgewählten Substanz ( $S_i$ ,  $i = 1$  bis  $n$ ) berücksichtigt werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass** während des Erkennungsschrittes der Antworten die Antwort des Stoffs unter der Wirkung der Anregungsvektoren ( $V_j$ ,  $j = 1$  bis  $p$ ) insbesondere zur Korrektur der erhaltenen Antworten ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,...) berücksichtigt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

**dadurch gekennzeichnet, dass:**

- während des Markierungsschrittes, die Stoffe oder Objekte mit einem ein mit Europium-dotiertes Yttrium-Vanadat mit einer Konzentration unter 200 ppm umfassenden Marker markiert werden,
- während des Erregungsschrittes, der Stoff oder das Objekt mit einer elektromagnetischen Anregung im Bereich von 230 bis 390 nm beaufschlagt wird,
- während des Erkennungsschrittes, eine Erkennung des Markers innerhalb eines auf 610 - 620 nm zentrierten Bereichs und eine Messung der Intensität des entsprechenden Peaks durchgeführt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die den Stoff betreffende Information eine chemische Eigenschaft, insbesondere deren chemische Zusammensetzung ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die den Stoff betreffende Information dessen Herstellung betrifft.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Stoff schwarz oder stark gefärbt ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die während des

Markierungsschrittes untergemischte Substanz ein chemischer Marker ist, der nach der Bestrahlung des markierten Objekts oder Stoffes, Strahlungen in einem Frequenzbereich ausstrahlt, der dem roten - nahen Infrarotbereich entspricht, vorzugsweise derart, dass der Marker Strahlungen im Bereich von 500 bis 650 nm ausstrahlt und/oder die Bestrahlung des markierten Objekts oder Stoffes im Bereich zwischen 220 und 380 nm erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spektralphotometrische Analyse darüber hinaus folgende Schritte aufweist:

- Verstärkung des den übertragenen oder reflektierten Lichtstärken entsprechenden Signals,
- Verarbeitung des den ausgestrahlten Strahlungen entsprechenden Signals, um das Grundrauschen zu mindern.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es darüber hinaus einen dem Erregungsschritt vorangehenden Zerkleinerungsschritt aufweist, in dem die Objekte in Partikel zerkleinert werden und dass es auf die Partikel angewandt wird.

11. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Trennung von Stoffen oder Objekten.

12. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Wiederverwertung von Stoffen oder Objekten.

13. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Authentifizierung von wenigstens einem Akteur im Lebenszyklus eines Stoffes oder Objekts.

14. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Rückverfolgbarkeit von Stoffen oder Objekten, und/oder Qualitätsprüfung von Stoffen oder Objekten.

## Claims

1. Method for identifying and/or authenticating a material or an object, particularly with a view to sorting materials or objects, comprising:

- an excitation step comprising the application to a material or to an object of a plurality of excitation vectors ( $V_j$ ,  $j = 1$  to  $p$ ),
- a step for detecting the responses ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,

etc.) of the materials or objects subject to said excitation vectors ( $V_j$ ,  $j = 1$  to  $p$ ),

- a step for determining at least one item of information relating to said material or said object on the basis of said responses obtained ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , etc.) and a predefined correspondence table, **characterised in that** it comprises:
- a preliminary phase comprising:

- a step for selecting at least one substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  to  $n$ ) reacting to at least one of said excitation vectors ( $V_j$ ,  $j = 1$  to  $p$ ) by transmitting a remotely detectable response ( $R_{i,j}$ ,  $i = 1$  to  $n$ ,  $j = 1$  to  $p$ ), said at least one substance being envisaged for being incorporated within or on the surface of materials without substantially modifying the physical or chemical properties of said materials,
- a step for preparing a correspondence table consisting of a set of biunivocal relations between a combination of responses ( $R_{i,j}$ ,  $i = 1$  to  $n$ ,  $j = 1$  to  $p$ ) and an item of information relating to said material,
- a labelling step wherein at least one selected substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  to  $n$ ) is incorporated selectively within or on the surface of a material, so as to render said material or the objects consisting of said material active,

and wherein, in the step for determining a information relating to said material or said object:

- said responses obtained ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , etc.) are compared to the combinations of responses ( $R_{i,j}$ ,  $i = 1$  to  $n$ ,  $j = 1$  to  $p$ ) found in said correspondence table,
- said information is assigned when said comparison reveals an identity.

2. Method according to claim 1, **characterised in that**, in the step for preparing a correspondence table, account is taken of only the presence or absence of a response of substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  to  $n$ ) to said excitation vectors ( $V_j$ ,  $j = 1$  to  $p$ ), or, account is taken of the intensity of a response of substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  to  $n$ ) to said excitation vectors ( $V_j$ ,  $j = 1$  to  $p$ ) and/or the spontaneous emission of a selected substance ( $S_i$ ,  $i = 1$  to  $n$ ).

3. Method according to any of claims 1 or 2, **characterised in that** the step for detecting responses, the response of the material under the effect of said excitation vectors ( $V_j$ ,  $j = 1$  to  $p$ ) is taken into account, particularly for correcting the responses obtained



(R1, R2, R3, etc.).

4. Method according to any of claims 1 to 3, **characterised in that**:

- in the labelling step, the materials or objects are labelled with a marker comprising Europium-doped Yttrium vanadate, at a concentration less than 200 ppm,
- in the excitation step, an electromagnetic excitation in the range between 230 and 390 nm is applied to the material or object,
- in the detection step, said marker is detected in a band centred on 610-620 nm and the corresponding peak intensity is measured.

5

10

15

5. Method according to any of the above claims, **characterised in that** the information relating to said material is a chemical property, particularly the chemical composition thereof.

20

6. Method according to any of the above claims, **characterised in that** the information relating to said material relates to the production thereof.

25

7. Method according to any of the above claims, **characterised in that** said material is black or has a strong colour.

8. Method according to any of the above claims, **characterised in that** the substance incorporated during the labelling step is a chemical marker which, after irradiating the labelled object or material, emits radiation in a frequency band corresponding to the red-near-infra-red band, preferably such that said marker emits radiation in the range from 500 to 650 nm and/or that the labelled object or material is irradiated in the range from 220 to 380 nm.

30

35

9. Method according to claim 8, characterised that said spectrophotometric analysis further comprises the following steps:

40

- amplifying the signal corresponding to said transmitted or reflected light intensities,
- processing the signal corresponding to said emitted radiation with a view to reducing the background noise.

45

10. Method according to any of the above claims, **characterised in that** it further comprises, prior to the excitation step, a step for grinding the objects in particle form and **in that** it is applied to said particles.

50

11. Application of the method according to any of the above claims, for sorting materials or objects.

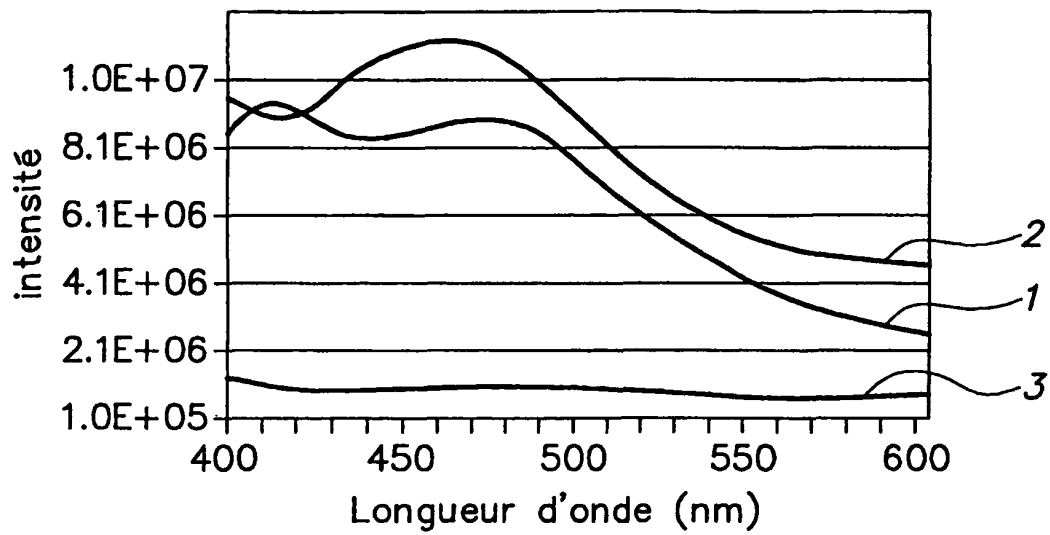
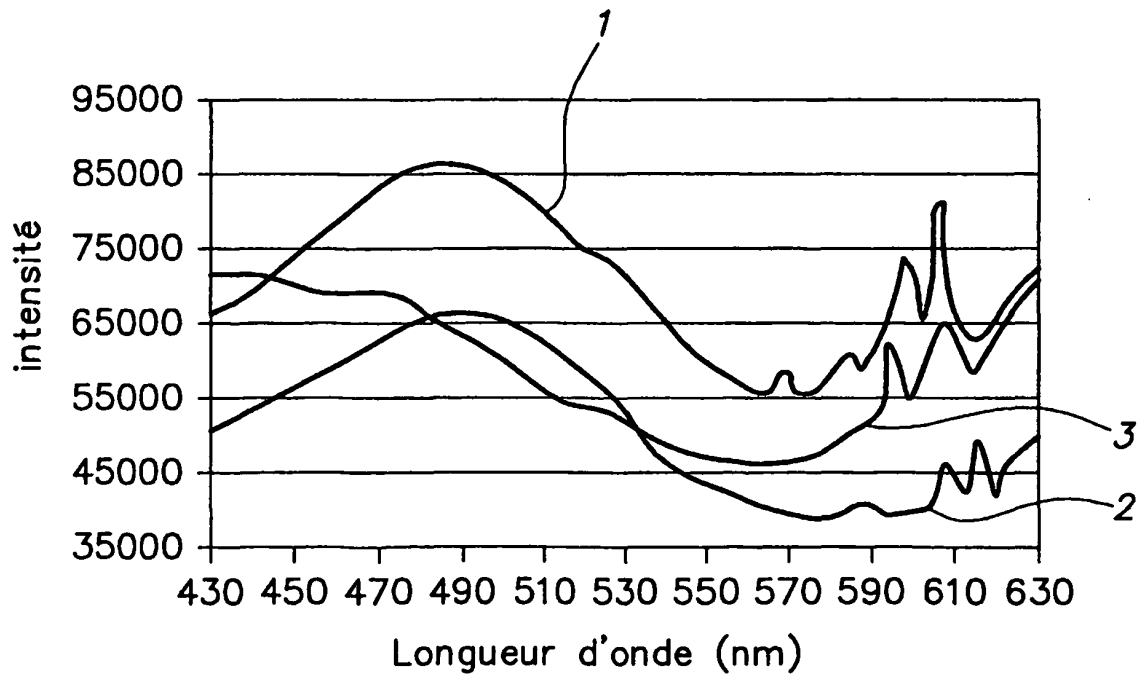
55

12. Application of the method according to any of claims

1 to 10 for recycling materials or objects.

13. Application of the method according to any of claims 1 to 10 for authenticating at least one participant in the life cycle of a material or an object.

14. Application of the method according to any of claims 1 to 10 to the traceability of materials or objects, and/or to the quality control of materials or objects.

**FIG.1****FIG.2**

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- GB 2119509 A [0001]
- FR 2901160 A [0003]