

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
25 novembre 2004 (25.11.2004)

PCT

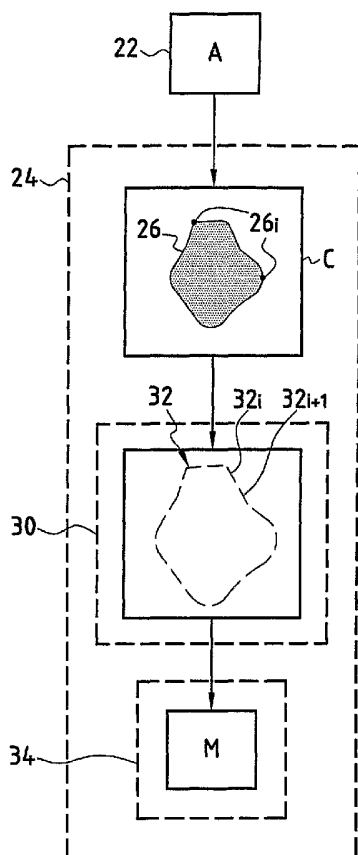
(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/102164 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ :
G01N 15/02, 15/14, G06K 9/48
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/001086
- (22) Date de dépôt international : 6 mai 2004 (06.05.2004)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
03/05618 9 mai 2003 (09.05.2003) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : LABO-
RATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
[FR/FR]; 58, boulevard Lefèvre, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (73) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DES-
CANTES, Yannick [FR/FR]; 24, rue des Prés, F-44830
Brains (FR). FOSSE, Yann [FR/FR]; 1, allée Flora Tris-
tan, F-76120 Grand Quevilly (FR). MILCENT, Frédéric
[FR/FR]; 10, rue du Petit Versailles, F-85300 Challans
(FR).
- (74) Mandataires : DRONNE, Guy etc.; CABINET BEAU
DE LOMENIE, 158, rue de l'Université, F-75340 Paris
Cedex 07 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE MORPHOLOGY OF A DIVIDED MATERIAL

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DÉTERMINATION DE LA MORPHOLOGIE D'UN MATERIAU DIVISÉ



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for determining the morphology (M) of a divided material, particularly a granulate, said divided material being composed of at least one particle, enabling the following: projection of a shadow of said particle having a contour (26); determination of the coordinates (C) of the points (26i) of said contour (26); treatment of said coordinates (C) in order to approach said contour (26) by means of a plurality of consecutive segments (32i, 32i+1); determination of a morphology criterion (M) of said divided material by treatment of the relative positions of at least two consecutive segments (32i, 32i+1).

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé et un dispositif de détermination de la morphologie (M) d'un matériau divisé, en particulier d'un granulat, ledit matériau divisé étant composé d'au moins une particule, qui permettent : - de projeter une ombre de ladite particule ayant un contour (26), - de déterminer les coordonnées (C) des points (26i) dudit contour (26), - de traiter lesdites coordonnées (C) pour approcher ledit contour (26) par une pluralité de segments consécutifs (32i, 32i+1), et - de déterminer un critère de morphologie (M) dudit matériau divisé par un traitement des positions relatives d'au moins deux desdits segments consécutifs (32i, 32i+1).

WO 2004/102164 A1



MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé et dispositif de détermination de la morphologie d'un matériau divisé.

La présente invention concerne un procédé de détermination de la morphologie d'un matériau divisé, en particulier d'un granulat.

5 La morphologie d'un matériau divisé peut être un critère déterminant dans l'utilisation de matériau divisé. En effet, un tel matériau qui comporte généralement une pluralité de particules présente des propriétés qui sont pour certaines fonction de la géométrie particulière des particules et de leur nombre.

10 Dans le domaine ferroviaire, par exemple, les ballasts qui forment un lit de particules sur lequel reposent les rails, ont, de par leur géométrie, de bonnes propriétés mécaniques à l'état neuf. En effet, les nombreuses arêtes vives et la rugosité élevée des particules confèrent au ballast la stabilité recherchée. En outre, plus les particules vont être grandes,
15 meilleur sera le drainage de l'eau de pluie au travers du ballast. Dès lors que la morphologie des particules et en particulier, le contour des particules, va commencer à s'émousser, le ballast va s'user et ses propriétés vont s'amoinrir ; en particulier sa stabilité et son drainage vont être moins importants. Pour s'assurer de la bonne tenue des voies ferrées,
20 il est donc nécessaire de pouvoir contrôler l'usure du ballast et donc l'évolution de la morphologie du matériau divisé qui le constitue.

Dans le domaine de la fabrication des matériaux composites de type béton, il est préférable de connaître la morphologie des différentes
25 particules qui vont y être introduites. On comprend que, selon la morphologie des particules, le matériau aura des propriétés différentes. En particulier, la compacité d'un mélange de particules, ainsi que sa maniabilité, sont directement liées à la morphologie des particules (angularité, rugosité, etc.).

Dans de nombreux domaines (matériaux industriels, aliments, etc.),
30 dont les tailles de particules peuvent être plus fines, comme les graviers, le sable, les granulés, etc., il est souvent nécessaire de connaître la morphologie du matériau divisé, en particulier pour des raisons de productivité et de calibrage. En effet, lors du traitement des particules, il est généralement indispensable de procéder à un écoulement du matériau
35 divisé ; or l'écoulement dépend étroitement de la morphologie des particules.

On comprend donc l'intérêt que confère la connaissance de la morphologie des particules qui composent le matériau divisé.

On connaît de tels procédés qui permettent de déterminer la morphologie d'un matériau divisé à partir de méthodes visuelles ou
5 mécaniques.

En effet, la morphologie d'un matériau divisé peut être déterminée manuellement en observant chacune des particules et en comptant le nombre de faces présentant une cassure.

Cependant, cette méthode qui permet de trier les particules
10 usées/non usées est quelque peu fastidieuse.

Un procédé consistant à mesurer le temps d'écoulement des particules au travers d'une ouverture calibrée permet, lui aussi, de rendre compte de la morphologie des particules et en particulier de l'angle de frottement interne d'un matériau, qui est notamment lié à son niveau
15 d'usure.

Un but de la présente invention est de fournir un procédé de détermination de la morphologie d'un matériau divisé, en particulier d'un granulats qui soit adapté à des tailles de particules variables et qui permette de manière automatique, fiable et reproductible, d'analyser la
20 morphologie de chacune des particules contenues dans le matériau divisé.

Ce but est atteint par le fait que le procédé comporte les étapes suivantes :

- on amène un matériau divisé composé d'au moins une particule,
25
- on projette une ombre de ladite particule,
- on détermine les coordonnées des points dudit contour,
- on traite lesdites coordonnées pour approcher ledit contour par une pluralité de segments consécutifs en éliminant à l'aide d'un filtrage (F) les segments qui n'ont pas de sens physique, et
30
- on détermine un critère de morphologie dudit matériau divisé par un traitement des positions relatives d'au moins deux desdits segments consécutifs.

A partir de l'étude de l'ombre relevée pour une des particules formant le matériau divisé que l'on souhaite analyser, le procédé permet
35 de déterminer un critère morphologique du matériau.

Avantageusement, le procédé précité est réitéré pour l'ensemble des particules qui composent le matériau divisé et le critère morphologie dudit matériau divisé est déterminé à partir d'un critère morphologique déterminé pour chacune des particules.

5 Avantageusement, le critère de morphologie comporte un critère d'usure.

L'usure du matériau qui dépend fortement de la morphologie de chacune des particules peut être déterminée par un critère de morphologie. En effet, les particules sont d'autant plus usées qu'elles
10 présentent des contours émoussés, aplatis, etc.

Il s'ensuit que le critère de morphologie comporte avantageusement un critère d'angularité et/ou un critère de rugosité.

Avantageusement, l'angularité de chaque particule peut être évaluée en déterminant la valeur d'au moins trois angles compris respectivement
15 entre deux segments consécutifs, et un critère d'angularité du matériau divisé peut être déterminé en faisant la moyenne des angularités de chaque particule.

Avantageusement, la rugosité de chaque particule peut être évaluée en comparant le périmètre du contour aux longueurs de segments
20 approchant le contour, et un critère de rugosité du matériau divisé peut être déterminé en faisant la moyenne des rugosités de chaque particule.

L'ombre permettant de déterminer les différents critères liés à la morphologie des particules est avantageusement déterminée par ombroscopie.

25 Un tel procédé qui est décrit en détails dans le brevet FR 2 497 952, se caractérise par l'obtention numérisée de l'ombre de chacune des particules formant le matériau divisé, à partir du traitement d'un faisceau lumineux qui traverse un rideau de particules s'écoulant devant le faisceau.

30 L'invention concerne également un dispositif de détermination de la morphologie d'un matériau divisé, en particulier d'un granulat, ledit matériau divisé comportant au moins une particule, ledit dispositif comportant des moyens optoélectroniques qui permettent de projeter une ombre de ladite particule, de délimiter un contour de ladite ombre et
35 d'acquérir les coordonnées des points dudit contour.

Un tel dispositif est connu, par exemple par FR 2 497 952, où un dispositif d'ombroscopie est décrit en détails. Il se compose essentiellement d'une trémie d'alimentation en particules, d'un couloir d'amenée des particules, d'une zone d'analyse et d'un ensemble
5 optoélectronique comportant une source lumineuse, des moyens d'acquisition d'image du type caméra, en particulier du type caméra linéaire, des moyens d'acquisition et de traitement du faisceau lumineux ayant traversé le rideau de particules.

Cependant, un tel dispositif ne permet pas de déterminer un critère
10 de morphologie à partir du traitement de l'ombre projetée.

Le dispositif de la présente invention se caractérise par le fait qu'il comporte en outre :

- des premiers moyens de traitement qui permettent à partir desdites coordonnées d'approcher ledit contour par une pluralité de
15 segments consécutifs, lesdits segments ayant des positions relatives,
- des moyens de filtrage (F) permettant d'éliminer les segments qui n'ont pas de sens physique, et
- des deuxièmes moyens de traitement qui permettent de
20 traiter lesdites positions relatives d'au moins deux desdits segments consécutifs pour déterminer un critère de morphologie dudit matériau divisé.

Un tel dispositif permettant de générer des segments qui approchent le contour, permet à partir de la position relative de ces segments, de déterminer différents critères de morphologie, en particulier l'usure,
25 l'angularité, la rugosité, etc.

Les deuxièmes moyens de traitement comportent avantageusement des moyens de détermination de l'angularité de chacune desdites particules et des moyens de traitement desdites angularités déterminées pour chacune desdites particules et/ou des moyens de détermination de la
30 rugosité de chacune desdites particules et des moyens de traitement desdites rugosités déterminées pour chacune desdites particules.

L'invention sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, de modes de réalisation de l'invention représentés à titre d'exemples non limitatifs.

35 La description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un dispositif selon l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement les moyens optoélectroniques qui permettent de délimiter un contour de l'ombre et d'acquérir les coordonnées des points du contour d'une particule,
- la figure 3 représente schématiquement les moyens d'acquisition et de traitement du dispositif,
- la figure 4 représente une ombre de particule analysée dans un premier repère,
- la figure 5 représente une ombre de particule analysée dans un repère centré sur l'ombre,
- la figure 6 est une représentation schématique des transformations effectuées sur les coordonnées des points du contour de l'ombre,
- la figure 7 représente une ombre de particule,
- la figure 8 représente schématiquement la détermination d'un critère d'angularité,
- la figure 9 représente schématiquement la détermination d'un critère de rugosité,
- la figure 10 représente schématiquement la détermination de l'usure des particules, et
- la figure 11 représente schématiquement la détermination de l'usure du matériau divisé.

La figure 1 illustre schématiquement un dispositif selon l'invention qui comporte une trémie 10 par laquelle une pluralité de particules 12 composant le matériau divisé 11 est fournie, un couloir 14 d'amènée des particules 12 et un tambour séparateur 16. Le couloir 14 et le tambour 16 permettent de générer un écoulement sensiblement plan des particules devant une source lumineuse 18.

Le tambour 16 est disposé de sorte que les particules 12 s'écoulent devant la source lumineuse 18 dans le plan objet PO d'une lentille 20. En conséquence, le plan PO est situé entre la source lumineuse 18 et la lentille 20. Des moyens d'acquisition optique 22, de type caméra C.C.D. (à couplage de charge), placés dans le plan image PI de la lentille 20, permettent par un balayage linéaire d'acquérir des données relatives aux zones de lumière et d'ombre dues au passage des particules 12 devant le

faisceau lumineux généré par la source lumineuse 18. Ces moyens optoélectroniques comportant la source lumineuse 18, la lentille 20 et la caméra 22, comportent en outre des moyens d'acquisition et de traitement 24 du signal délivré par la caméra 22.

5 En fait, un balayage linéaire est réalisé par la caméra 22 et permet d'acquérir les adresses des cellules de transition lumière/ombre et ombre/lumière et ainsi d'identifier un contour 26 d'une ombre 28 de la particule 12 projetée sur la caméra 22, comme illustré sur la figure 2.

En référence à la figure 3, les moyens d'acquisition et de traitement
10 24, qui comportent en l'espèce un microprocesseur, permettent de stocker et de traiter ces adresses A, associées aux positions successives de la particule 12 en mouvement devant la caméra 22, pour définir les coordonnées C des points 26i du contour 26 de l'ombre 28 de la particule 12 analysée. Le dispositif et en l'espèce les moyens d'acquisition et de
15 traitement 24, comportent en outre des premiers moyens de traitement 30 qui permettent d'approcher le contour 26 de la particule 12 par une pluralité n de segments 32i consécutifs, les segments 32i ayant une position relative l'un par rapport à l'autre et des deuxièmes moyens de traitement 34 qui permettent de traiter les positions relatives d'au moins
20 deux segments consécutifs 32i et 32i+1 pour déterminer un critère de morphologie M du matériau divisé 11.

A partir de la détermination de l'ombre 28 par ombroscopie, en particulier à l'aide du dispositif précité, le stockage des adresses A correspondant aux coordonnées de l'ombre 28 de la particule 12 analysée
25 s'effectue à l'aide des premiers moyens de traitement 30 jusqu'à ce que, atteignant l'extrémité supérieure de la particule 12 qui tombe devant la caméra 22, la valeur zéro soit enregistrée. A partir d'un fichier contenant l'ensemble des adresses A, on définit les coordonnées C correspondant à chaque point 26i du contour 26 dans un premier repère cartésien $X_0(x, y)$,
30 dont l'axe des abscisses passe par le premier point 261 de l'ombre, comme représenté sur la figure 4.

Des variables X_{min} , X_{Max} et Y_{Max} sont initialisées et l'ensemble des coordonnées est balayé. Les coordonnées sont alors centrées dans un nouveau repère cartésien $X_1(x, y)$ représenté sur la figure 5, en leur
35 faisant effectuer les deux translations suivantes, de sorte que le centre

C28 de l'ombre 28 de la particule 12 analysée soit sensiblement centré sur une origine O de ce repère $X_1(x, y)$:

une translation selon X, d'une valeur sensiblement égale à $-\frac{X_{Max} - X_{min}}{2}$, et

5 une translation selon Y, d'une valeur sensiblement égale à $-\frac{Y_{Max}}{2}$.

Un sens de parcours S est choisi arbitrairement le long du contour 26 de la particule 12 et est conservé jusqu'à la fin de l'analyse ; en l'espèce, comme illustré sur les figures 4 et 5, le sens horaire est retenu, comme au sens de parcours S.

10 A partir du sens S, les points 26i du contour 26 sont ordonnés en partant du premier point stocké 261 et en cherchant son voisin 262 et on réitère l'opération jusqu'à revenir au premier point 261. Un point voisin 26i+1 est déterminé à partir de la position du point courant 26i en sachant que le point cherché 26i+1 doit être le plus près du point courant 26i et doit avoir une ordonnée Yi qui ne diffère de pas plus d'un pixel de celle du point courant 26i.

Le périmètre P du contour 26 de la particule 12 est calculé et stocké en faisant la somme de toutes les longueurs correspondant aux distances entre deux points 26i consécutifs.

20 Comme illustré schématiquement sur la figure 6, les coordonnées des points 26i du contour 26 sont alors traitées, en l'espèce par une transformation de Hough T qui permet de rechercher des segments 32i qui approchent au mieux le contour 26. Le principe de cette transformation T réside dans le fait qu'on balaie le contour 26 en chacun des points 26i par une famille de droites d'équation $D(\rho_1, \theta)$ en coordonnées polaires, en faisant varier ρ entre ρ_{min} et ρ_{Max} , et θ entre 0° et 360° . Pour chaque couple (ρ_1, θ) ainsi obtenu, les points 26i consécutifs sont balayés, jusqu'à ce qu'un écart entre ρ_1 et ρ_2 soit détecté comme étant supérieur à une valeur seuil. Dans l'affirmative, l'équation de la droite $D_i(\rho_1, \theta)$ correspondante est retenue, à la condition que la longueur du segment de points de contour appartenant à cette droite soit supérieure à une longueur seuil, et l'opération est réitérée pour les points 30 26i qui n'ont pas été approchés par cette droite.

Des moyens de filtrage permettent d'effectuer un filtrage F qui permet d'éliminer les segments des droites $Di(\rho_1, \theta)$ qui n'ont pas de sens physique, comme ceux illustrés sur la figure 7 qui passent à l'intérieur ou l'extérieur de l'ombre 28, ainsi que ceux qui auraient trop de points de contour en commun. Tous les segments de droites $Di(\rho_1, \theta)$ sont balayés et ordonnés en suivant le contour S. La mise en ordre des segments est opérée en classant les segments de droite $Di(\rho_1, \theta)$ dans l'ordre croissant de la moyenne des indices de leurs points extrêmes.

Dès lors, la position relative des segments $32i$ l'un par rapport à l'autre peut être analysée et traitée par les deuxièmes moyens de traitement 34 pour déterminer le critère de morphologie M du matériau divisé 11.

Selon une variante du dispositif illustré schématiquement sur la figure 8, les deuxièmes moyens de traitement 34 comportent des moyens de détermination 36 de l'angularité ANG_{12} de chacune des particules 12.

En l'espèce, un angle α_i correspondant à l'écartement angulaire de deux segments $32i - 32i+1$ consécutifs est déterminé pour chaque paire de segments $32i - 32i+1$ consécutifs, en particulier pour au moins trois paires de segments $32i - 32i+1$ consécutifs. A chacun de ces angles α_i , compris sensiblement entre 0° et 180° , est alors associé un nombre ang_i compris entre 0 et 1, sachant que la valeur 0 représente un angle plat de 180° et 1 représente un angle infiniment aigu (0°). Cette association est faite en appliquant la relation suivante :

$$ang_i = 1 - \frac{\alpha_i}{180} .$$

Le critère d'angularité ANG_{12} de chaque particule 12 est déterminé à partir de la moyenne des nombres ang_i déterminés. Il est préférable de déterminer cette moyenne sur un nombre d'angles α_i sortants compris entre quatre et huit, en choisissant de préférence les angles sortants les plus importants, par la relation suivante :

$$ANG_{12} = \frac{1}{n} \sum_1^n ang_i .$$

On comprend que la morphologie M de la particule 12 et en particulier son usure peuvent être représentées par un tel critère d'angularité ANG_{12} .

En effet, plus le contour 26 de la particule 12 présente des angles vifs (particule au contour accidenté), plus le critère d'angularité ANG₁₂ est proche de 1, tandis que plus le contour 26 de la particule 22 présente des angles émoussés (particule au contour aplati ou usé), plus le critère d'angularité ANG₁₂ est proche de 0.

Les deuxièmes moyens de traitement 34 peuvent en outre comporter des moyens de traitement 38 des angularités ANG₁₂ pour déterminer l'angularité ANG₁₁ du matériau divisé 11, en l'espèce à partir de la moyenne de chacun des critères d'angularité ANG₁₂ déterminés pour chacune des particules 12. Comme pour la particule 12, ce critère d'angularité ANG₁₁ du matériau divisé 11 représente la morphologie M du matériau analysé et varie entre 0 et 1.

Selon une autre variante du dispositif illustré schématiquement sur la figure 9, les deuxièmes moyens de traitement 34 comportent des moyens de détermination 40 de la rugosité RUG₁₂ de chacune des particules 12.

En l'espèce, la rugosité RUG₁₂ de chaque particule 12 peut être déterminée en comparant la longueur L_{32i} de chacun des n segments 32i à la portion L_{Pi} du périmètre P que ledit segment 32i approche (représentant le profil de rugosité), selon la relation suivante :

$$RUG_{12} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{L_{Pi} - L_{32i}}{L_{Pi}}}{n}.$$

La longueur L_{32i} de chacun des n segments 32i peut être déterminée à l'aide des coordonnées extrêmes desdits segments 32i, tandis que la portion L_{Pi} du périmètre P peut être déterminée en ne tenant compte du périmètre que sur la longueur du segment 32i considéré, c'est-à-dire entre les deux points extrêmes du segment 32i.

On comprend que la morphologie M de la particule 12 et en particulier son usure peuvent être représentées par un tel critère de rugosité RUG₁₂.

En effet, plus l'écart entre la portion de périmètre P_i et le segment 32i correspondant est grand, plus le contour 26 de la particule 12 est rugueux (particule au profil de rugosité très irrégulier), et plus le critère de rugosité RUG₁₂ est croissant, tandis que plus l'écart entre la portion de périmètre P_i et le segment 32i correspondant est petit, plus le contour 26

de la particule 12 est aplati (particule au profil de rugosité plus plat), et plus le critère de rugosité RUG₁₂ est proche de zéro.

Les deuxièmes moyens de traitement 34 peuvent en outre comporter des moyens de traitement 42 des rugosités RUG₁₂ pour déterminer la rugosité RUG₁₁ du matériau divisé 11, en l'espèce à partir de la moyenne de chacun des critères de rugosité RUG₁₂ déterminés pour chacune des particules 12. Comme pour la particule 12, ce critère de rugosité RUG₁₁ du matériau divisé 11 représente la morphologie M du matériau analysé et est supérieur ou égal à zéro.

Les deuxièmes moyens de traitement 34 comportent dans une autre variante des moyens de détermination de l'usure de chacune des particules 12 qui en l'espèce peut être évaluée en considérant le critère d'angularité ANG₁₂ de chacune des particules 12 ou le critère de rugosité RUG₁₂ de chacune des particules 12. On comprend que ces deux critères ANG₁₂ et RUG₁₂ représentant chacun l'usure d'une particule 12, une combinaison de ces deux critères, comme illustré schématiquement sur la figure 10, en l'espèce leur multiplication, comme décrit dans la relation suivante, représente aussi l'usure d'une particule, que l'on peut nommer critère global d'usure GLOB₁₂ de la particule 12 :

$$\text{GLOB}_{12} = \text{ANG}_{12} \times \text{RUG}_{12}.$$

On comprend qu'il en va de même, comme illustré schématiquement sur la figure 10, pour l'usure du matériau divisé 11 :

$$\text{GLOB}_{11} = \text{ANG}_{11} \times \text{RUG}_{11}.$$

En fait, le critère de morphologie M du matériau divisé 11 peut être déterminé à partir d'un ou plusieurs critères représentant un état morphologique (usure, angularité, rugosité, etc.) du matériau divisé 11 lui-même ou des particules 12 qui constituent le matériau divisé 11. En effet, il suffit que les deuxièmes moyens de traitement 34 comportent des moyens de détermination du critère d'usure GLOB₁₂ de chacune desdites particules 12, en l'espèce des moyens analogues aux moyens de détermination de l'angularité 36 ou de la rugosité des particules 40, et des moyens de traitement de ces critères d'usure GLOB₁₂, en l'espèce des moyens de traitement analogues aux moyens de traitement de l'angularité 38 ou de la rugosité des particules 42.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détermination de la morphologie (M) d'un matériau
5 divisé (11), en particulier d'un granulat,
caractérisé en ce que les étapes suivantes sont réalisées :
- on amène un matériau divisé (11) composé d'au moins une
particule (12),
- on projette une ombre (28) de ladite particule (12) ayant un
10 contour (26),
- on détermine les coordonnées (C) des points (26i) dudit
contour (26),
- on traite lesdites coordonnées (C) pour approcher ledit
contour (26) par une pluralité de segments consécutifs (32i, 32i+1) en
15 éliminant à l'aide d'un filtrage (F) les segments qui n'ont pas de sens
physique, et
- on détermine un critère de morphologie (M) dudit matériau
divisé (11) par un traitement des positions relatives d'au moins deux
desdits segments consécutifs (32i, 32i+1).
- 20 2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce
que ledit critère de morphologie (M) comporte un critère d'usure (GLOB11,
GLOB12).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications
précédentes, caractérisé en ce que ledit critère de morphologie (M)
25 comporte un critère d'angularité (ANG11, ANG12).
4. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce
qu'on détermine un critère d'angularité (ANG11) d'un matériau divisé (11)
qui comporte une pluralité de particules (12), en faisant la moyenne des
angularités de particules (ANG12) déterminées pour chacune desdites
30 particules (12).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications
précédentes, caractérisé en ce qu'on détermine une angularité de
particule (ANG12) en déterminant la valeur d'au moins trois angles compris
respectivement entre deux desdits segments consécutifs (32i, 32i+1).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit critère de morphologie (M) comporte un critère de rugosité (RUG₁₁, RUG₁₂).

5 7. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le critère de rugosité (RUG₁₁) est déterminé à partir de la moyenne des rugosités de particules (RUG₁₂) déterminées pour chacune desdites particules (12).

10 8. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'on détermine une rugosité de particule (RUG₁₂), en déterminant la longueur (L_{Pi}) dudit contour (26) approchant le segment (32i) et la longueur (L_{32i}) de chacun desdits segments (32i), et en comparant ladite longueur (L_{Pi}) auxdites longueurs (L_{32i}) de segments (32i).

15 9. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que pour chaque segment, on détermine l'écart entre ladite longueur (L_{Pi}) du contour et ladite longueur (L_{32i}) dudit segment (32i), en ce qu'on fait le rapport de cet écart sur ladite longueur dudit segment (L_{32i}), et en ce qu'on détermine une rugosité de particule (RUG₁₂) en faisant la somme des rapports obtenus pour chacun desdits segments.

20 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite ombre (28) est déterminée par ombroscopie.

25 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on choisit un sens de parcours (S) le long dudit contour (26) et on applique une transformation mathématique (T) auxdits points (26i, 26i+1) successivement situés sur le contour (26) selon ledit sens (S) pour obtenir lesdits segments (32i).

30 12. Dispositif de détermination de la morphologie (M) d'un matériau divisé (11), en particulier d'un granulat, ledit matériau divisé (11) comportant au moins une particule (12), ledit dispositif comportant des moyens optoélectroniques (18, 20, 22, 24) qui permettent de projeter une ombre (28) de ladite particule (12), de délimiter un contour (26) de ladite ombre (28) et d'acquérir les coordonnées (C) des points (26i) dudit contour (26), caractérisé en ce qu'il comporte :

35 - des premiers moyens de traitement (30, T) qui permettent à partir desdites coordonnées (C) d'approcher ledit contour (26) par une

pluralité de segments consécutifs (32i), lesdits segments (32i) ayant des positions relatives,

- des moyens de filtrage (F) permettant d'éliminer les segments qui n'ont pas de sens physique, et

- 5 - des deuxièmes moyens de traitement (34, 36, 38, 40, 42) qui permettent de traiter lesdites positions relatives d'au moins deux desdits segments consécutifs (32i, 32i+1) pour déterminer un critère de morphologie (M) dudit matériau divisé (11).

10 13. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que lesdits deuxièmes moyens de traitement (34, 36, 38, 40, 42) comportent des moyens de détermination (34, 36) de l'angularité (ANG₁₂) de chacune desdites particules (12) et des moyens de traitement (34, 38) desdites angularités (ANG₁₂) déterminées pour chacune desdites particules (12).

15 14. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que lesdits deuxièmes moyens de traitement (34, 36, 38, 40, 42) comportent des moyens de détermination (34, 40) de la rugosité (RUG₁₂) de chacune desdites particules (12) et des moyens de traitement (34, 42) desdites rugosités (RUG₁₂) déterminées pour chacune desdites particules (12).

20 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que lesdits deuxièmes moyens de traitement (34, 36, 38, 40, 42) comportent des moyens de détermination (34, 36, 40) d'un critère d'usure (GLOB₁₂) de chacune desdites particules (12) et des moyens de traitement (34, 38, 42) desdits critères d'usure (GLOB₁₂) déterminés pour
25 chacune desdites particules (12).

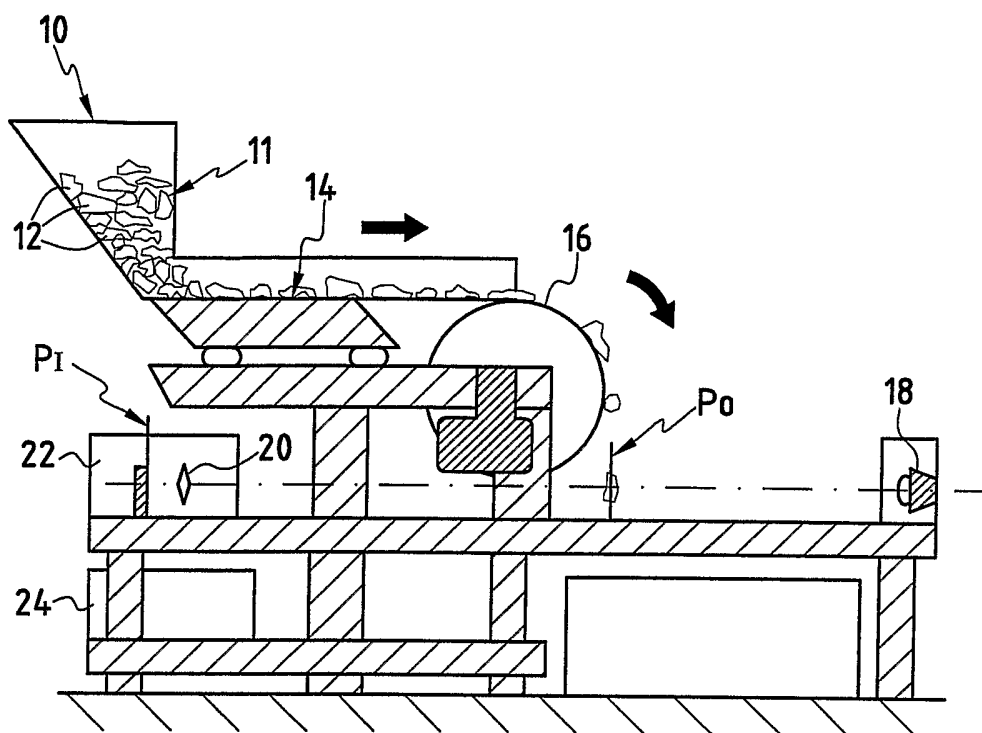


FIG.1

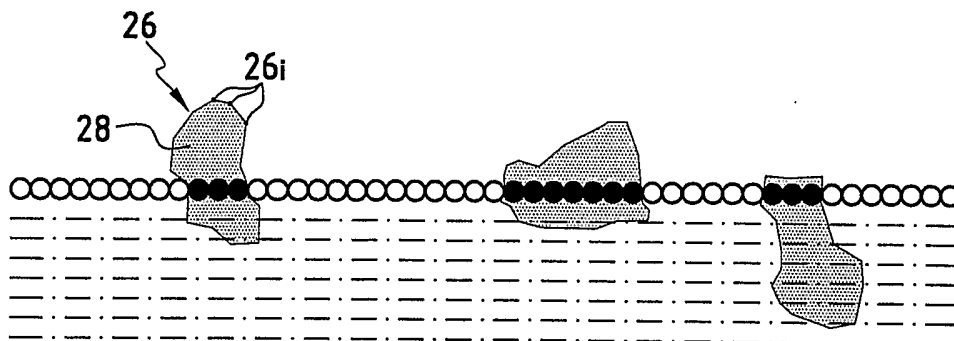


FIG.2

2/4

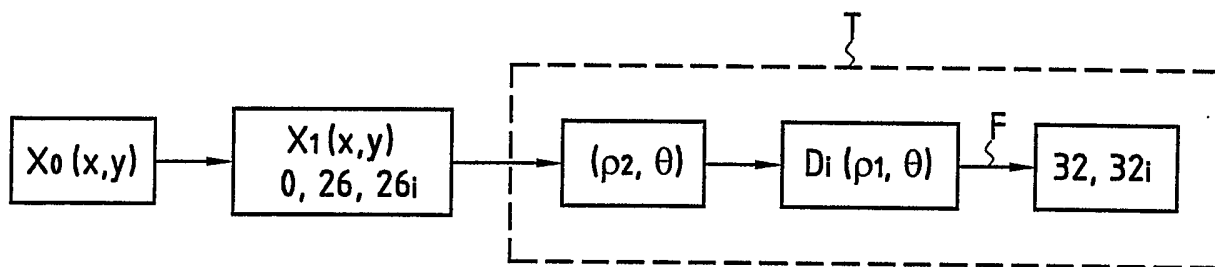
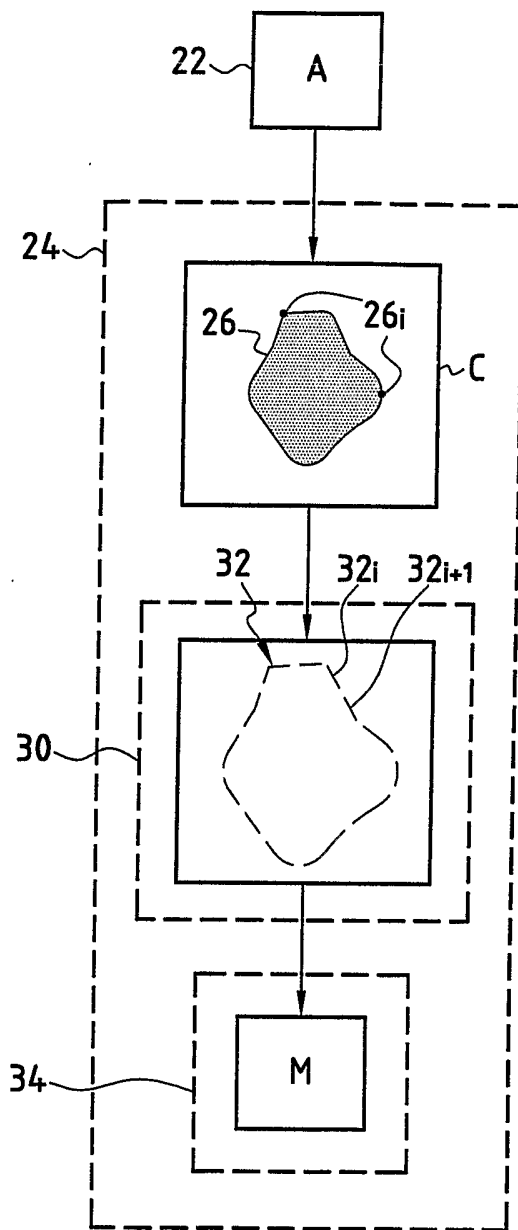


FIG. 6

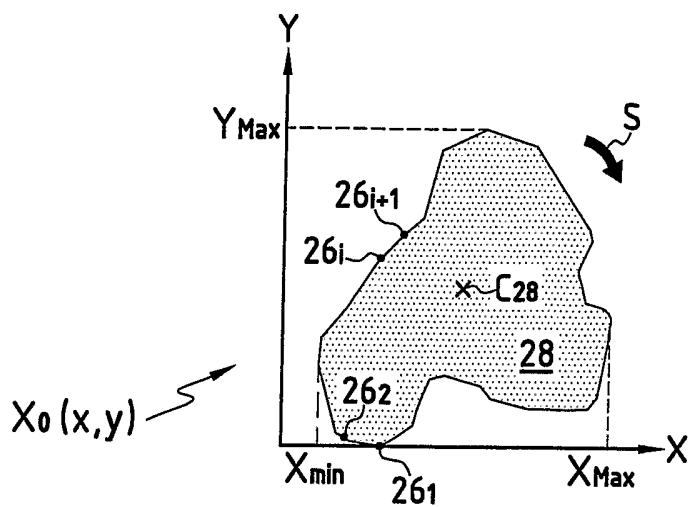


FIG. 4

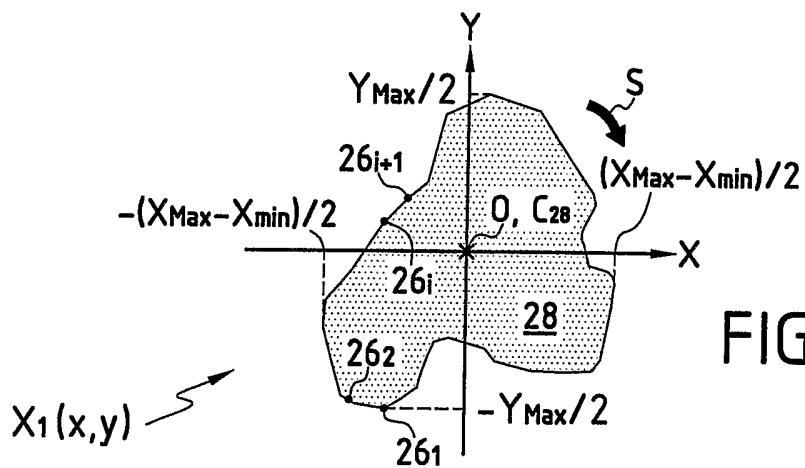


FIG. 5

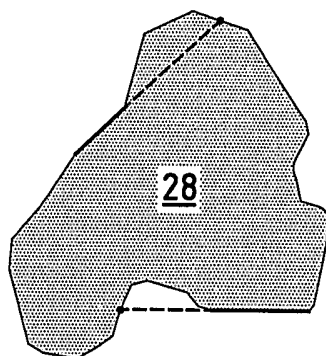


FIG. 7

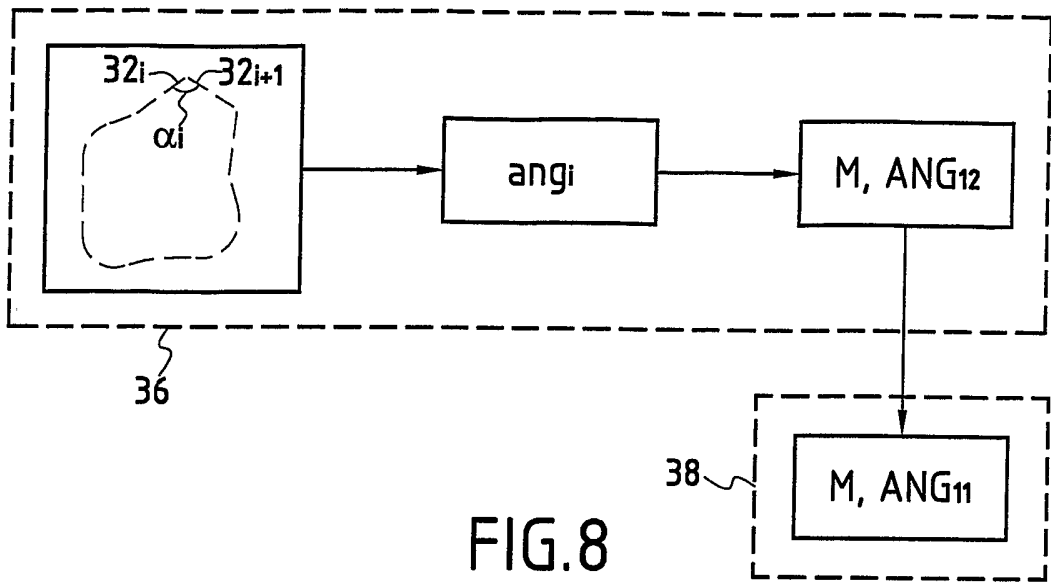


FIG. 8

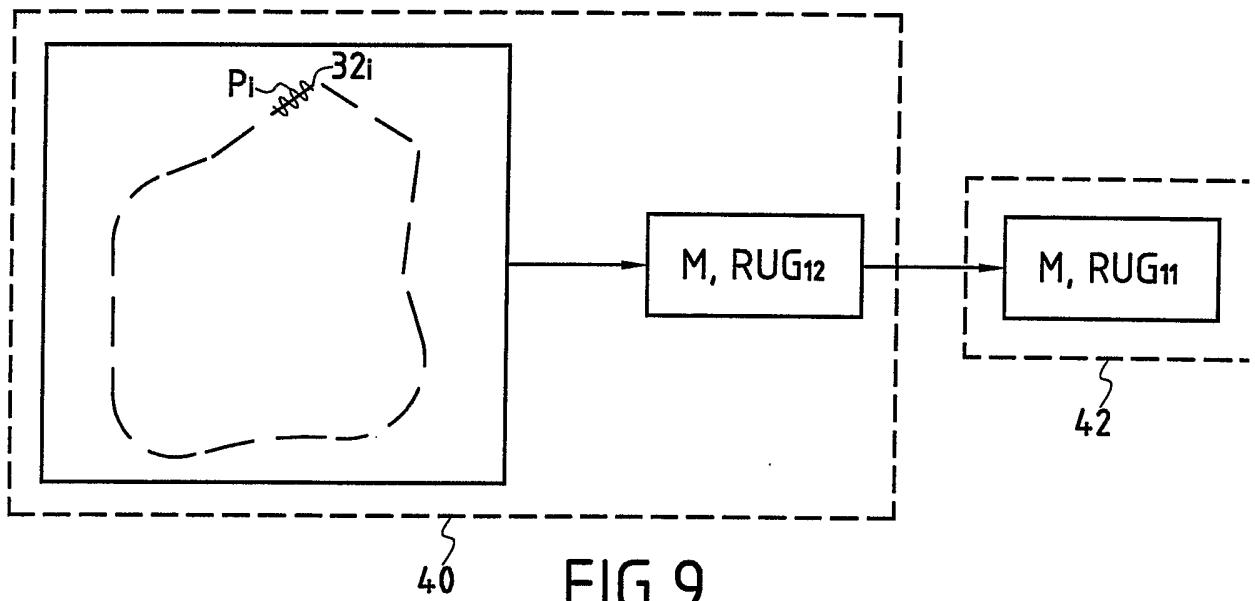


FIG. 9

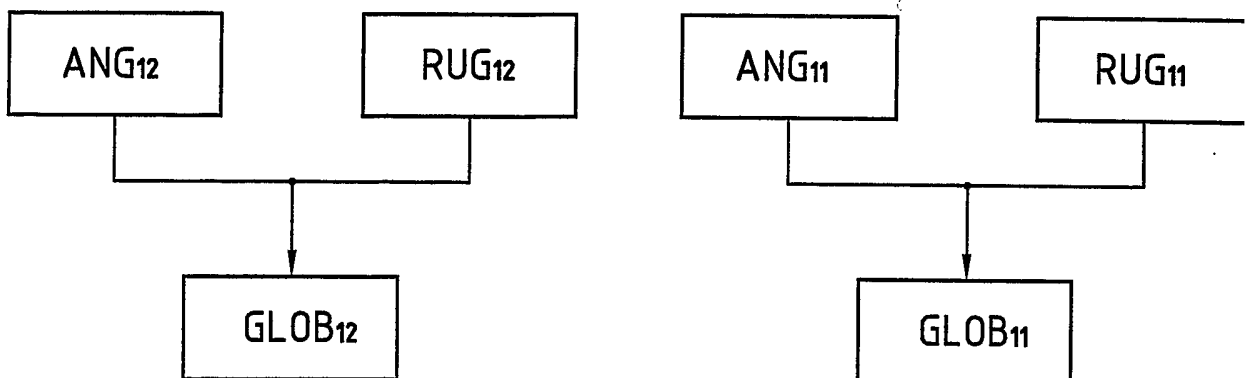


FIG. 10

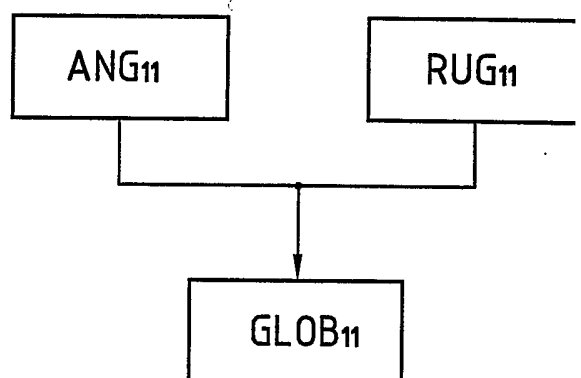


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/001086

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N15/02 G01N15/14 G06K9/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N G06K

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 273 901 A (UNIV LIEGE) 8 January 2003 (2003-01-08) page 2, lines 3,4 page 2, lines 38-43 page 3, lines 46-49 page 4, lines 17-29 figures 1A,B ----- -/--	1-15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 October 2004

Date of mailing of the international search report

05/11/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Müller, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/001086

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	LI D, SIMSKE S: "Shape Retrieval with Flat Contour Segments" HP LABS TECHNICAL REPORTS, 'Online! vol. 2002, no. 250, 9 September 2002 (2002-09-09), pages 1-10, XP002266419 HP Laboratories Palo Alto Retrieved from the Internet: URL: http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-250.pdf 'retrieved on 2004-01-09! paragraphs '0002!, 'SHAPE!, 'REPRESENTATION!, 'WITH!, 'FREEMAN!, 'CODING!	1-15
A	----- GB 2 108 306 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 11 May 1983 (1983-05-11) page 4, line 55 - page 5, line 23	1-15
A	----- US 2002/164063 A1 (HECKMAN CAROL A) 7 November 2002 (2002-11-07) the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/001086

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1273901	A	08-01-2003	EP 1273901 A1	08-01-2003
			CA 2451759 A1	16-01-2003
			WO 03005000 A1	16-01-2003
			EP 1405053 A1	07-04-2004
			US 2004151360 A1	05-08-2004
<hr/>				
GB 2108306	A	11-05-1983	JP 1640090 C	18-02-1992
			JP 3001711 B	11-01-1991
			JP 58066175 A	20-04-1983
			JP 1692719 C	27-08-1992
			JP 3057509 B	02-09-1991
			JP 58066176 A	20-04-1983
			JP 58066177 A	20-04-1983
			DE 3238300 A1	05-05-1983
<hr/>				
US 2002164063	A1	07-11-2002	NONE	
<hr/>				

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001086

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 G01N15/02 G01N15/14 G06K9/48		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 G01N G06K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	EP 1 273 901 A (UNIV LIEGE) 8 janvier 2003 (2003-01-08) page 2, ligne 3,4 page 2, ligne 38-43 page 3, ligne 46-49 page 4, ligne 17-29 figures 1A,B ----- -/--	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
° Catégories spéciales de documents cités:		
A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *&* document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 26 octobre 2004		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 05/11/2004
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Müller, T

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	<p>LI D, SIMSKE S: "Shape Retrieval with Flat Contour Segments" HP LABS TECHNICAL REPORTS, 'Online! vol. 2002, no. 250, 9 septembre 2002 (2002-09-09), pages 1-10, XP002266419 HP Laboratories Palo Alto Extrait de l'Internet: URL:http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-250.pdf> 'extrait le 2004-01-09! alinéas '0002!, 'SHAPE!, 'REPRESENTATION!, 'WITH!, 'FREEMAN!, 'CODING!</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>GB 2 108 306 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 11 mai 1983 (1983-05-11) page 4, ligne 55 - page 5, ligne 23</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>US 2002/164063 A1 (HECKMAN CAROL A) 7 novembre 2002 (2002-11-07) le document en entier</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements fournis aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/001086

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1273901	A	08-01-2003	EP 1273901 A1	08-01-2003
			CA 2451759 A1	16-01-2003
			WO 03005000 A1	16-01-2003
			EP 1405053 A1	07-04-2004
			US 2004151360 A1	05-08-2004

GB 2108306	A	11-05-1983	JP 1640090 C	18-02-1992
			JP 3001711 B	11-01-1991
			JP 58066175 A	20-04-1983
			JP 1692719 C	27-08-1992
			JP 3057509 B	02-09-1991
			JP 58066176 A	20-04-1983
			JP 58066177 A	20-04-1983
			DE 3238300 A1	05-05-1983

US 2002164063	A1	07-11-2002	AUCUN	
