

(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
10 février 2005 (10.02.2005)

PCT

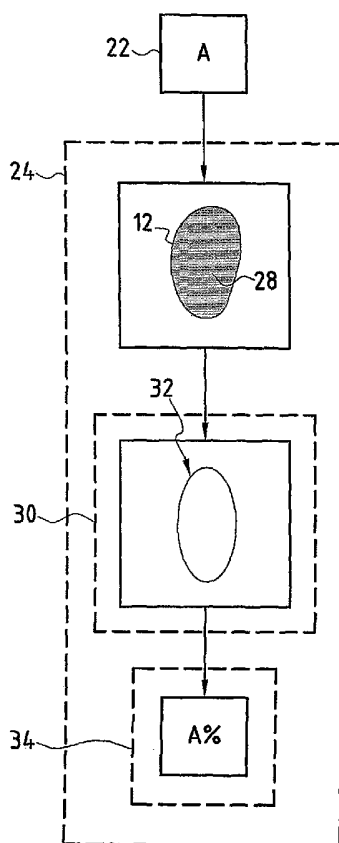
(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/012882 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **G01N 15/02**
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2004/002056
- (22) Date de dépôt international : 30 juillet 2004 (30.07.2004)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 03 09555 1 août 2003 (01.08.2003) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES** [FR/FR]; 58 Boulevard Lefebvre, F-75015 PARIS (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (73) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BOUQUETY, Marie-Noëlle** [FR/FR]; 21 Rue du Mozambique, F-44800 SAINT HERBLAIN (FR). **DESCANTES, Yannick** [FR/FR]; 24 Rue des Prés, F-44830 BRAINS (FR). **DE LARRARD, François** [FR/FR]; 9 Avenue d'Auray, F-44300 NANTES (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 A MATERIAL FLATTENING COEFFICIENT

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION D'UN COEFFICIENT D'APLATISSEMENT D'UN MATERIAU



(57) Abstract: The invention concerns a method and device for determining a flattening coefficient (A%) of a granular material. The method comprises the following steps: a) providing a granular material consisting of at least one particle (12), b) projecting a shadow (28) of said particle (12), c) approaching said shadow (28) with an ellipse (32), d) determining data of said ellipse (32), e) determining a length and a size of said particle from said data of the ellipse (32), f) determining an elongation factor of one particle (12), g) plotting a distribution curve of the elongation factors, h) constructing a distribution curve of flattening factors by transforming said distribution curve of elongation factors in a common benchmark, by performing an affinity in said benchmark, and i) determining a flattening coefficient (A%) on said distribution curve of flattening factors.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé et un dispositif de détermination d'un coefficient d'aplatissement (A%) d'un matériau divisé. Le procédé comporte les étapes suivantes : a) on amène un matériau divisé composé d'au moins une particule (12), b) on projette une ombre (28) de ladite particule (12), c) on approche ladite ombre (28) par une ellipse (32), d) on détermine des données de ladite ellipse (32), e) on détermine une longueur et une grosseur de ladite particule à partir desdites données de l'ellipse (32), f) on détermine un facteur d'allongement d'une particule (12), g) on trace une courbe de distribution des facteurs d'allongement, h) on construit une courbe de distribution des facteurs d'aplatissement en transformant ladite courbe de distribution des facteurs d'allongement dans un même repère, en effectuant une affinité dans ledit repère, et i) on détermine un coefficient d'aplatissement (A%) sur ladite courbe de distribution des facteurs d'aplatissement.

WO 2005/012882 A2



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.

SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(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,

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 d'un coefficient d'aplatissement d'un matériau.

5 La présente invention concerne un procédé de détermination d'un coefficient d'aplatissement d'un matériau divisé, en particulier d'un granulat de dimension supérieure à 63 μm , dans lequel les étapes connues suivantes sont réalisées :

- 10 a) on amène un matériau divisé composé d'au moins une particule, ladite particule pouvant être approchée par un ellipsoïde de révolution ayant un axe de révolution,
- b) on projette une ombre de ladite particule,
- c) on approche ladite ombre par une ellipse ayant deux axes, ladite ellipse correspondant à la projection dudit ellipsoïde dans un plan sensiblement parallèle au plan contenant son axe de révolution,
- 15 d) on détermine des données de ladite ellipse,
- e) on détermine une longueur et une grosseur de ladite particule à partir desdites données de l'ellipse,
- f) on détermine un facteur d'allongement d'une particule en déterminant le rapport entre la longueur et la grosseur de la particule.

20 La morphologie d'un matériau divisé et en particulier le coefficient d'aplatissement, 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.

25 Dans le domaine de la fabrication des matériaux composites de type béton, il est préférable de connaître la morphologie des différentes 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
30 maniabilité, sont directement liées à la morphologie des particules (forme allongée, ronde, etc.).

On comprend donc l'intérêt que confère la connaissance du coefficient d'aplatissement des particules qui composent le matériau divisé.

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

5 En effet, le coefficient d'aplatissement d'un matériau divisé peut être déterminé manuellement en effectuant des observations visuelles, des mesures et/ou des calibrages.

Cependant, cette méthode manuelle est quelque peu fastidieuse.

10 On connaît des procédés automatiques qui permettent de décrire le coefficient d'aplatissement d'un matériau divisé, comme ceux décrits par exemple dans le document FR 2 497 952 ou dans la norme française XP P 18-566. Cependant, ces procédés connus ne permettent pas de déterminer le coefficient d'aplatissement d'un matériau divisé tel que défini dans la norme française P 18-561.

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

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

g) on détermine un facteur d'allongement du matériau divisé en traçant une courbe de distribution des facteurs d'allongement déterminés pour chacune desdites particules,

25 h) on construit une courbe de distribution des facteurs d'aplatissement en transformant ladite courbe de distribution des facteurs d'allongement dans un même repère, en effectuant une affinité dans ledit repère, et

30 i) on détermine un coefficient d'aplatissement sur ladite courbe de distribution des facteurs d'aplatissement.

A partir de l'étude de l'ombre relevée pour une des particules formant le matériau divisé que l'on souhaite analyser, dès lors que la courbe de distribution des facteurs d'allongement est tracée, une transformation permet de déterminer une courbe de distribution des facteurs d'aplatissement et ainsi de déterminer un coefficient d'aplatissement du matériau.

35

En fait, on considère que la particule analysée peut être définie par trois dimensions principales :

- longueur L , qui correspond au plus grand écartement d'un couple de plans tangents parallèles,
- 5 - épaisseur E , qui correspond au plus petit écartement d'un couple de plans tangents parallèles, considéré sensiblement transversalement au couple de plans tangents délimitant L ,
- grosseur G , qui représente la troisième dimension de la particule et qui correspond au plus petit écartement d'un couple de plans tangents parallèles qui est sensiblement transversal aux deux couples de plans précités.

Cependant, pour déterminer le coefficient d'aplatissement dudit matériau divisé selon l'invention, il est nécessaire d'effectuer une approche en deux dimensions de chacune des particules. C'est pourquoi, la particule supposée comme étant un ellipsoïde de révolution, présente une ombre projetée dans un plan contenant l'axe de révolution, qui peut être approchée par une ellipse.

Avantageusement, à partir des données de ladite ellipse, on détermine une surface de ladite ellipse et une longueur d'axe de l'un des deux axes de ladite ellipse, et à partir de ladite surface et de ladite longueur d'axe de l'un des deux axes, on détermine une longueur d'axe de l'autre des deux axes de ladite ellipse.

On peut aussi, avantageusement à partir des données de ladite ellipse, déterminer directement une longueur d'axe de chacun des deux axes de ladite ellipse.

Dans ce cas, la longueur L de la particule analysée correspond avantageusement à la longueur de l'axe le plus grand de l'ellipse et la grosseur G de la particule analysée correspond avantageusement à la longueur de l'axe le plus petit de l'ellipse.

Avantageusement, on détermine le facteur d'allongement d'une particule en faisant le rapport entre ladite longueur L et ladite grosseur G de la particule.

L'invention concerne également un dispositif de détermination du coefficient d'aplatissement d'un matériau divisé comportant au moins une particule, qui comporte des moyens optoélectroniques qui permettent de projeter une ombre de la particule, et qui permet de manière

automatique, fiable et reproductible, d'analyser la morphologie de chacune des particules contenues dans le matériau divisé.

Un tel dispositif est connu, par exemple par FR 2 497 952 ou par la norme XP P 18-566, 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 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 coefficient d'aplatissement à partir de la courbe de distribution des facteurs d'allongement.

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

- des premiers moyens de traitement qui permettent d'approcher ladite ombre par une ellipse,
- des deuxièmes moyens de traitement qui permettent de traiter ladite ombre et d'acquérir des données de ladite ellipse pour déterminer un coefficient d'aplatissement dudit matériau divisé, lesdits deuxièmes moyens de traitement comportant :
 - des moyens de détermination d'un facteur d'allongement de chacune desdites particules,
 - des moyens de traçage d'une courbe de distribution desdits facteurs d'allongement déterminés pour chacune desdites particules,
 - des moyens de transformation et de construction d'une courbe de distribution de facteurs d'aplatissement à partir de ladite courbe de distribution des facteurs d'allongement, lesdits moyens de transformation et de construction comportant une affinité, et
 - des moyens de détermination d'un coefficient d'aplatissement à partir de ladite courbe de distribution des facteurs d'aplatissement.

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

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 opto-
5 électro-électroniques qui permettent de déterminer une ombre d'une particule,
- la figure 3 représente schématiquement les moyens d'acquisition et de traitement du dispositif,
- la figure 4 représente une particule approchée par une ellipse,
- la figure 5 représente une particule en trois dimensions,
- 10 - la figure 6 illustre schématiquement les deuxièmes moyens de traitement, et
- la figure 7 représente les distributions des facteurs d'allongement et des facteurs d'aplatissement.

La figure 1 illustre schématiquement un dispositif selon l'invention
15 qui comporte un appareil d'ombroscopie du type de celui décrit dans FR 2 497 952 ou dans la norme française XP P 18-566. Cet appareil d'ombroscopie comporte un dispositif d'alimentation en particules 10 par laquelle une pluralité de particules 12, composant le matériau divisé 11 est fournie, des moyens d'amenée 14 des particules 12 et des moyens
20 d'orientation 16. Les moyens d'amenée 14 et les moyens d'orientation 16 permettent de conditionner les particules 12 en un voile mono-couche et de les orienter, pour générer un écoulement sensiblement plan des particules 12 devant une source lumineuse 18. Les particules 12 sont préférentiellement chacune de taille supérieure à 63 μm .

25 Les moyens d'orientation 16 sont disposés de sorte que les particules 12 s'écoulent devant la source lumineuse 18 dans le plan objet PO d'une lentille 20, en présentant leur plus grande surface à l'analyse. 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
30 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
35 caméra 22, comportent en outre des moyens d'acquisition et de traitement 24 du signal délivré par la caméra 22.

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 une ombre 28 de la particule 12 projetée sur la caméra 22, comme illustré sur la figure 2.

5 Chaque particule 12 est assimilée à un ellipsoïde de révolution 13, de sorte que son ombre 28 projetée tel que précédemment décrit peut être assimilée à la projection de cet ellipsoïde dans un plan PE (voir figure 4) sensiblement parallèle au plan P contenant son axe de révolution 15 ; cette projection correspond en l'espèce à une ellipse.

10 En référence à la figure 3, les moyens d'acquisition et de traitement 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 l'ombre 28 de la particule 12 analysée. Le dispositif et en l'espèce les moyens
15 d'acquisition et de traitement 24, comportent en outre des premiers moyens de traitement 30 qui permettent d'approcher l'ombre 28 de la particule 12 par une ellipse 32 et des deuxièmes moyens de traitement 34 qui permettent de traiter les données de l'ellipse 32, en l'espèce les caractéristiques géométriques de l'ellipse 32 détaillées par la suite, pour
20 déterminer un coefficient d'aplatissement 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 s'effectue à l'aide des premiers moyens de traitement 30 ; en l'espèce ces
25 derniers permettent de distinguer deux zones et de leur attribuer une valeur binaire : une zone lumineuse (valeur zéro) et une zone d'ombre due au passage d'une particule 12 (valeur un). Le stockage des adresses A s'effectue jusqu'à ce que, atteignant l'extrémité supérieure de la particule 12 qui tombe devant la caméra 22, plus aucune valeur « un » ne soit
30 enregistrée à proximité des coordonnées de la ligne précédente qui correspondaient à la valeur « un ».

A partir d'un fichier contenant l'ensemble de ces adresses A, on recherche alors le couple de points B et C dont les coordonnées présentent un écartement le plus grand entre elles. On définit alors ces
35 points B et C, comme les points extrêmes du plus grand des deux axes de l'ellipse 32, et le segment BC, comme le grand axe BC de l'ellipse 32,

comme illustré sur la figure 4. Le petit axe DE de l'ellipse 32, correspond alors à un segment sensiblement perpendiculaire au grand axe BC, en passant par le milieu O des deux axes et dont les extrémités D et E sont situées sur l'ellipse 32.

5 Pour déterminer la longueur de chacun des deux axes BC et DE à partir du fichier contenant l'ensemble des adresses A, deux possibilités existent alors : détermination de la longueur d'un des axes et de la surface S₃₂ de l'ellipse 32 ou détermination directe de la longueur de chacun des deux axes BC et DE.

10 La première possibilité est généralement préférable, puisque dès lors que l'ombre 28 de la particule 12 et un des deux axes, par exemple le grand axe BC, sont identifiés, il suffit de calculer la surface S₃₂ et la longueur L_{BC} du grand axe BC pour déterminer la longueur L_{DE} de l'autre axe, en l'espèce du petit axe DE à partir de la relation suivante :

15
$$L_{DE} = \frac{4 \times S_{32}}{\pi \times L_{BC}} .$$

En considérant que la particule 12 peut être définie par trois dimensions principales, L, E et G représentées sur la figure 5 :

- longueur L, qui correspond au plus grand écartement d'un couple de plans tangents parallèles,
- 20 - épaisseur E, qui correspond au plus petit écartement d'un couple de plans tangents parallèles,
- grosseur G, qui représente la troisième dimension de la particule et qui correspond à la dimension d'une maille carrée au travers de laquelle passerait la particule,

25 on obtient une relation directe avec les longueurs déterminées des axes :

$$\begin{cases} L = \text{Max}(L_{BC}, L_{DE}) \\ G = \text{min}(L_{BC}, L_{DE}) \end{cases} \text{ en fait, on a } \begin{cases} L = L_{BC} \\ G = L_{DE} \end{cases} .$$

En référence à la figure 6, les deuxièmes moyens de traitement 34 comportent des moyens de détermination 36 d'un facteur d'allongement F₁₂ qui correspond au rapport entre ladite longueur L₁₂ et ladite grosseur G₁₂ d'une particule 12 selon la relation suivante :

30
$$F_{12} = \frac{L_{12}}{G_{12}} .$$

Les deuxièmes moyens de traitement 34 comportent en outre, des moyens de traçage, en l'espèce des moyens de construction 38 qui

permettent d'établir une distribution DF des facteurs d'allongement F pour l'ensemble du matériau divisé 11, à partir de l'acquisition et l'enregistrement de chacun des facteurs d'allongement F12.

La figure 7 représente une telle courbe de distribution DF des facteurs d'allongement F. L'axe X des abscisses représente les valeurs des facteurs d'allongement F12, et l'axe des ordonnées Y, représente le cumul en pourcentage du volume de particules 12 ayant le même facteur d'allongement F12.

Le coefficient d'aplatissement peut alors être déterminé à partir d'une valeur seuil d'un des facteurs d'allongement F12 ou à partir des facteurs d'aplatissement F'12 qui représentent le rapport G12/E12 pour une particule 12.

Cependant, la détermination des valeurs E12 des épaisseurs des particules 12 n'est pas réalisable automatiquement, puisque le procédé et le dispositif selon l'invention, ne permettent de traiter la particule 12 qu'en deux dimensions. Des expériences de laboratoire ont montré qu'il existe une certaine ressemblance entre les deux courbes de distribution des facteurs d'allongement F12 et des facteurs d'aplatissement F'12.

En fait, des moyens de transformation et de traçage comportant une transformation mathématique T permettent d'effectuer un transfert de la courbe de distribution DF des facteurs d'allongement F vers une courbe de distribution DF' des facteurs d'aplatissement F' du matériau divisé 11 dans le même repère (X, Y). Cette transformation mathématique T implémentée dans les deuxièmes moyens de traitement 34 correspond à une affinité d'axe Y et de direction d'axe X, c'est-à-dire que l'ordonnée est conservée pour chaque particule 12, tandis que l'abscisse est multipliée par un coefficient fixe α . Ce coefficient d'affinité α qui ne semble pas dépendre de la nature du matériau divisé analysé, peut être déterminé très facilement à partir d'au moins un couple de courbes de distribution des facteurs d'allongement F12 et des facteurs d'aplatissement F'12 obtenues expérimentalement. De telles courbes de distribution des facteurs d'allongement F12 et des facteurs d'aplatissement F'12 peuvent être obtenues manuellement en effectuant des mesures au pied à coulisse des trois dimensions E, L et G pour chaque particule ou en suivant par exemple le mode opératoire décrit dans la norme européenne EN 933-4.

Pour connaître le coefficient d'aplatissement global A% reflétant la proportion de particules d'épaisseur inférieure à une épaisseur seuil S dans le matériau divisé, il suffit alors à l'aide des deuxièmes moyens de traitement 34 qui comportent des moyens de détermination 40 de
5 déterminer sur la courbe de distribution DF' des facteurs d'aplatissement F', la valeur du coefficient d'aplatissement A% à l'aide de la relation suivante :

$$A\% = 100 - Y_S(X_S).$$

En fait, il faut relever la valeur de l'ordonnée Ys correspondante à la
10 valeur de l'abscisse Xs seuil. La valeur du coefficient d'aplatissement global A% est particulièrement intéressante pour connaître la proportion de particules « plates » dans un matériau divisé.

Il a été constaté que la valeur de l'abscisse seuil Xs varie très peu d'un type de matériau à un autre et peu donc être déterminée
15 expérimentalement une fois pour toute. Ainsi, à partir de la connaissance de la valeur de l'aplatissement d'un seul matériau, par exemple par la méthode décrite dans la norme française XP P 18-566, par celle décrite dans la norme française P18-561 ou par celle décrite dans la norme européenne EN 933-4, on détermine la valeur Xs qui correspond à une
20 telle valeur A% de l'aplatissement, sur la courbe de distribution DF' des facteurs d'aplatissement F' obtenue pour ce même matériau selon le procédé décrit dans la présente invention. Le procédé selon l'invention s'applique ensuite à tout type de matériau composé de particules, en déterminant le coefficient d'aplatissement A% qui correspond à cette
25 valeur commune Xs.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détermination d'un coefficient d'aplatissement d'un
5 matériau divisé (11), en particulier d'un granulat de dimension supérieure
à 63 μm , dans lequel les étapes suivantes sont réalisées :
- a) on amène un matériau divisé (11) composé d'au moins
une particule (12), ladite particule (12) pouvant être approchée par un
ellipsoïde de révolution (13) ayant un axe de révolution (15),
 - 10 b) on projette une ombre (28) de ladite particule (12),
 - c) on approche ladite ombre (28) par une ellipse (32)
ayant deux axes (BC, DE), ladite ellipse (32) correspondant à la projection
dudit ellipsoïde (13) dans un plan (PE) sensiblement parallèle au plan (P)
contenant son axe de révolution (15),
 - 15 d) on détermine des données (S32, LBC, LDE) de ladite
ellipse (32),
 - e) on détermine une longueur (L, L12) et une grosseur (G,
G12) de ladite particule (12) à partir desdites données (S32, LBC, LDE) de
l'ellipse (32),
 - 20 f) on détermine un facteur d'allongement (F12) d'une
particule (12) en déterminant le rapport entre ladite longueur (L12) et
ladite grosseur (G12) de ladite particule (12),
caractérisé en ce que les étapes suivantes sont réalisées :
 - g) on détermine un facteur d'allongement (F) du matériau
25 divisé (11) en traçant une courbe de distribution (DF) des facteurs
d'allongement (F12) déterminés pour chacune desdites particules (12),
 - h) on construit une courbe de distribution des facteurs
d'aplatissement (DF') en transformant ladite courbe de distribution (DF)
des facteurs d'allongement (F12) dans un même repère (X, Y), en
30 effectuant une affinité (T) dans ledit repère (X, Y), et
 - i) on détermine un coefficient d'aplatissement (A%) sur
ladite courbe de distribution (DF') des facteurs d'aplatissement (F'12).
2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce
qu'on détermine ledit coefficient d'aplatissement du matériau divisé (11)
35 en déterminant la valeur d'une ordonnée (Ys) correspondant à la valeur

d'une abscisse seuil (X_s) sur la courbe de distribution (DF) des facteurs d'aplatissement (F'_{12}).

3. Dispositif de détermination d'un coefficient d'aplatissement d'un matériau divisé (11), en particulier d'un granulats, ledit matériau divisé (11)
- 5 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), caractérisé en ce qu'il comporte :
- des premiers moyens de traitement (30) qui permettent d'approcher ladite ombre (28) par une ellipse (32),
 - 10 - des deuxièmes moyens de traitement (34) qui permettent de traiter ladite ombre et d'acquérir des données (S_{32} , LBC, LDE) de ladite ellipse (32) pour déterminer un coefficient d'aplatissement ($A\%$) dudit matériau divisé (11), lesdits deuxièmes moyens de traitement (34) comportant :
 - 15 - des moyens de détermination (36) d'un facteur d'allongement (F_{12}) de chacune desdites particules (12),
 - des moyens de traçage (38) d'une courbe de distribution (DF) desdits facteurs d'allongement (F_{12}) déterminés pour chacune desdites particules (12),
 - 20 - des moyens de transformation et de construction d'une courbe de distribution (DF') de facteurs d'aplatissement (F'_{12}) à partir de ladite courbe de distribution (DF) des facteurs d'allongement (F_{12}), lesdits moyens de transformation et de construction comportant une affinité (T), et
 - 25 - des moyens de détermination (40) d'un coefficient d'aplatissement ($A\%$) à partir de ladite courbe de distribution (DF') des facteurs d'aplatissement (F'_{12}).

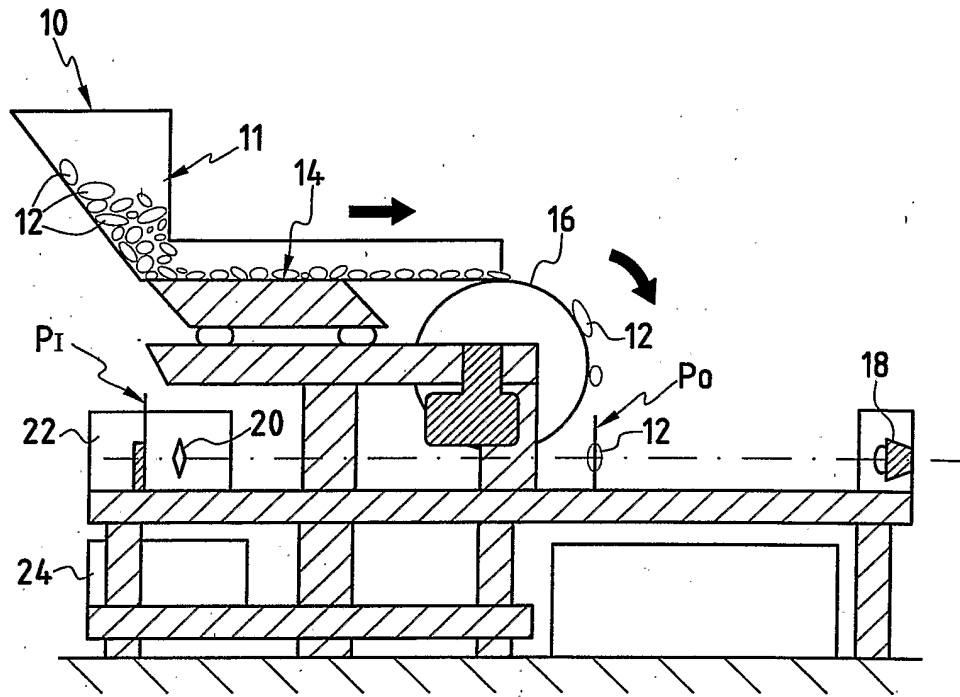


FIG.1

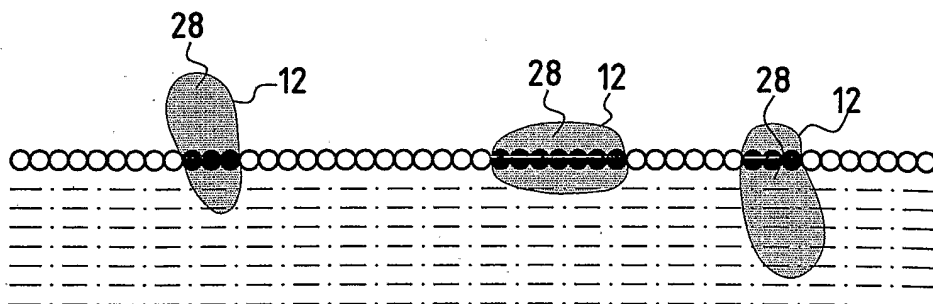


FIG.2

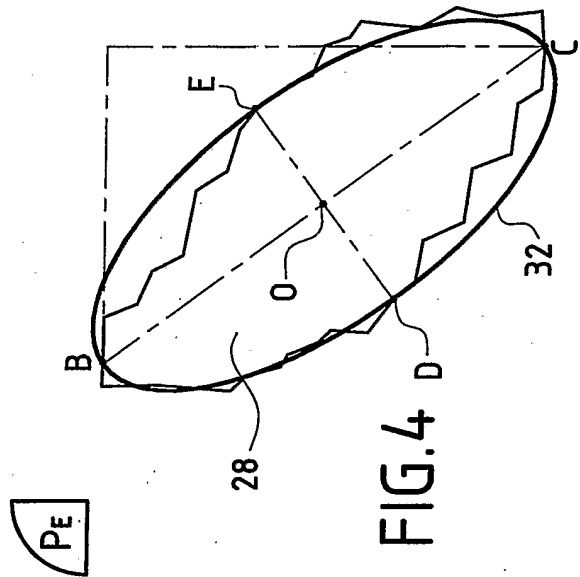
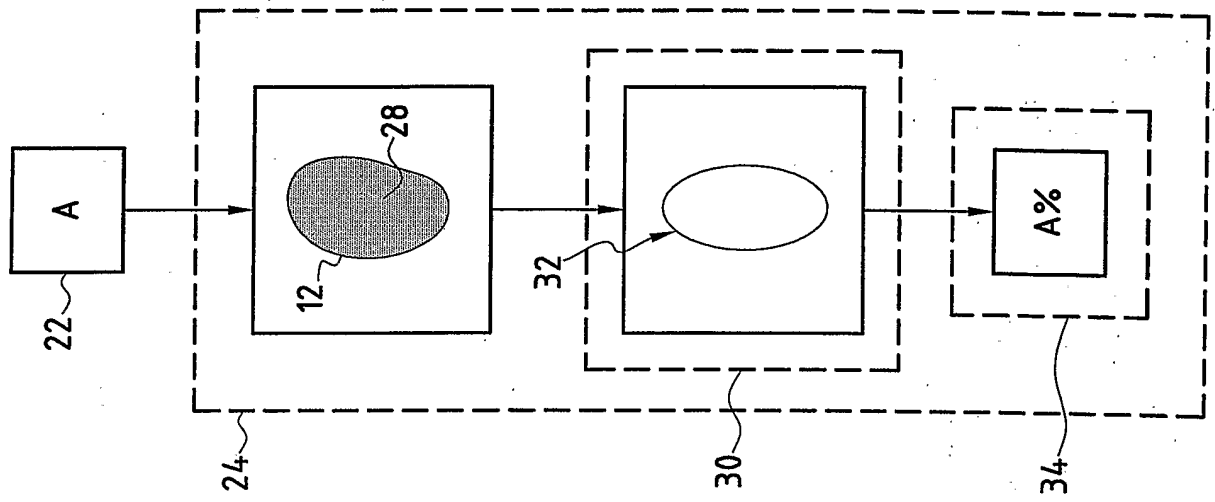


FIG. 4

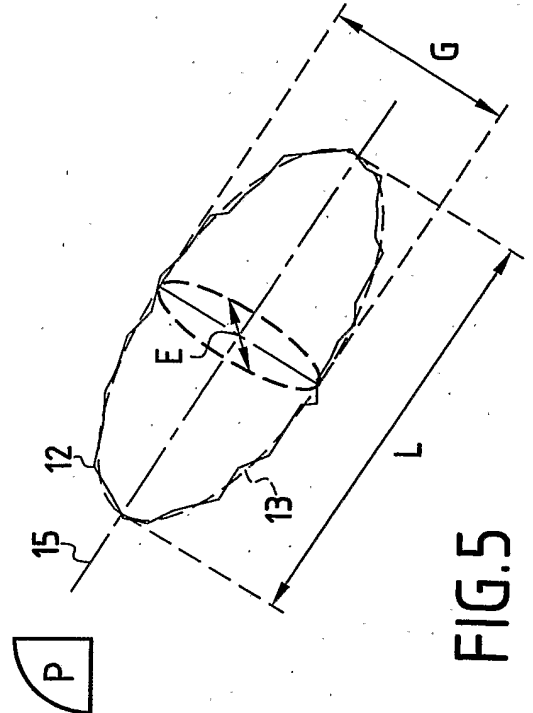


FIG. 5

FIG. 3

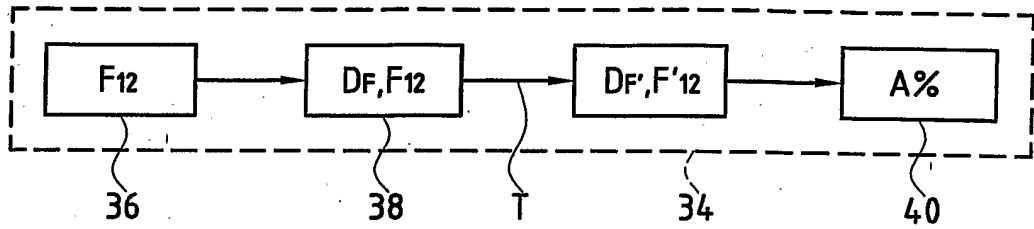


FIG.6

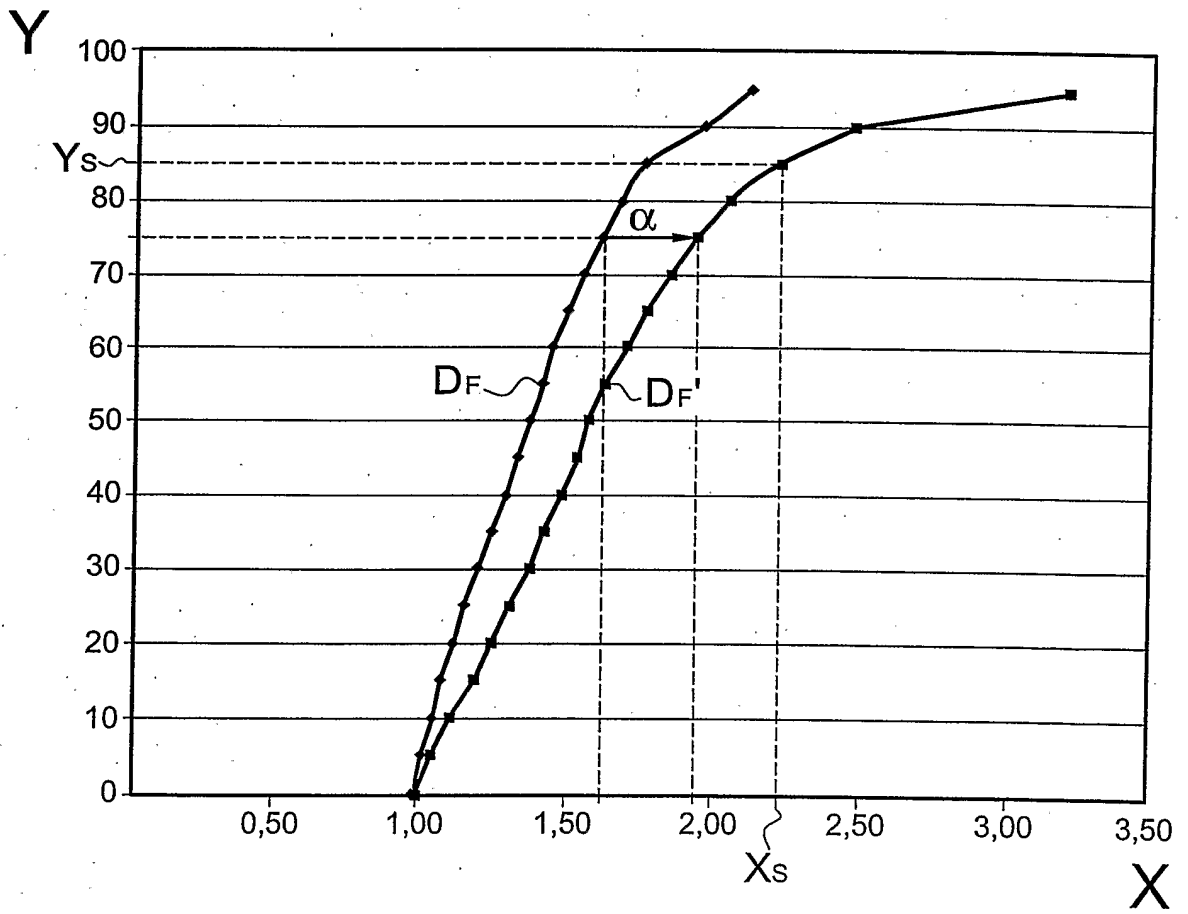


FIG.7