

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 484 611 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **90870209.5**

(51) Int. Cl.⁵: **B07C 5/34**

(22) Date de dépôt: **07.11.90**

(43) Date de publication de la demande:
13.05.92 Bulletin 92/20

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **Nzemba, Mukamba Kadiata**
c/o Miba
Mbujimai(ZR)
Demandeur: **Mabika, Kazadi**
c/o Miba
Mbujimai(ZR)

(72) Inventeur: **Mabika, Kazadi**
c/o Miba
Mbujimai(ZR)

(74) Mandataire: **de le Vingne, Jean Bernard**
76, avenue de la Toison d'Or
B-1060 Bruxelles(BE)

(54) **Triage industriel de diamants par ultrasons.**

(57) Procédé de triage de diamants d'un mélange contenant entre autres des diamants à récupérer dans lequel on amène ledit mélange à un système de détection 7 on détecte par ledit système un ou des diamants à récupérer et on commande un dispositif de séparation 8 du ou des diamants à récupérer du mélange lorsqu'on a détecté un ou des diamants à récupérer, caractérisé en ce qu'on détecte un ou des diamants à récupérer du mélange en émettant une ou des ondes acoustiques vers ledit mélange et en captant une ou des ondes réfléchies par ledit mélange.

EP 0 484 611 A1

La présente invention est relative à un procédé de triage de diamants d'un mélange contenant entre autres des diamants à récupérer, dans lequel on amène ledit mélange à un système de détection, on détecte par ledit système un ou des diamants à récupérer et on commande un dispositif de séparation du ou des diamants à récupérer du mélange lorsqu'on a détecté un ou des diamants à récupérer.

Jusqu'à présent, la détection de diamant se faisait par fluorescence aux rayons X. De tels procédés présentent de nombreux inconvénients, à savoir :

- séchage coûteux du minerai ;
- coût important des systèmes à rayons X ;
- faible discernabilité due à la fluorescence d'autres pierres telles que le zircon ;
- rejet de diamants non fluorescents ou de diamants d'une granulométrie inférieure à trois millimètres.

Les procédés connus ne permettent dès lors pas, d'une part, une récupération totale des diamants contenus dans le mélange et, d'autre part, une récupération de diamants de forme cristalline pure.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients. En particulier, la présente invention est relative à un procédé permettant de récupérer des diamants d'un mélange humide, de récupérer tous les diamants contenus dans le mélange ou minerai à traiter et/ou de récupérer uniquement des diamants de forme cristalline pure.

On a ainsi remarqué qu'on pouvait obtenir ces résultats remarquables par un procédé suivant l'invention dans lequel on détecte un ou des diamants à récupérer du mélange en émettant une onde ou des ondes acoustiques et en captant une ou des ondes acoustiques réfléchies par ledit mélange.

Selon une particularité du procédé suivant l'invention, on focalise l'onde acoustique émise de manière à réduire la section utile du faisceau de l'onde acoustique, de préférence à une valeur inférieure à la surface d'une facette du ou des diamants à détecter ou de cristallites de minéraux contenus dans le mélange.

De façon avantageuse, on émet vers le mélange dans des plans perpendiculaires entre eux des ondes acoustiques et on capte des ondes réfléchies dans lesdits plans de manière à neutraliser des effets d'anisotropie.

Dans une forme de réalisation du procédé suivant l'invention, dans lequel on déplace le mélange à traiter sensiblement dans un plan, on émet l'onde ou les ondes acoustiques dans une direction faisant un angle compris entre 5° et 35° , de préférence d'environ 20° par rapport à une perpendiculaire audit plan et on capte des ondes réfléchies par le mélange dans une direction faisant un angle compris entre 15° et 25° , de préférence entre $16,5^\circ$ et $23,5^\circ$ avec ladite perpendiculaire audit plan.

De préférence, on utilise des ondes ultra sonores ou ultrasons de fréquence supérieure à 10 MHz, et avantageusement supérieure à 20 MHz. L'utilisation d'ondes de haute fréquence ainsi que la focalisation des ondes permettent, d'une part, le traitement de minerai humide vu une faible atténuation des ondes acoustiques en milieu humide, et, d'autre part, l'examen des pierres du minerai par petites zones (zones de section inférieure à $5 \cdot 10^{-2}$, de préférence d'environ $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$).

Dans un procédé suivant l'invention, on commande le dispositif de séparation lorsqu'on capte une onde réfléchie d'une puissance sonore supérieure à 3 dB, de préférence à 5 dB pour une onde sonore de puissance comprise entre 80 et 85 dB.

Le demandeur a remarqué qu'en modifiant le seuil de détection, il était possible de faire un tri des diamants selon leur qualité.

Ainsi pour un seuil de détection compris entre 3,2 et 3,6 dB, on a remarqué que toutes les ilménite et limonite sont éliminées tandis que 95 à 100% des diamants contenus dans le mélange et seulement 20 à 30 % des pyropes sont récupérés.

Pour un seuil de détection de l'ordre de 5dB, seuls des diamants d'une forme cristalline pure sont récupérés. Le procédé suivant l'invention permet dès lors un triage de qualité, ce qui n'était nullement possible avec les procédés connus.

La présente invention a encore pour objet un dispositif ou appareil pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'invention. Ce dispositif comprend un moyen d'amenée du mélange à un système de détection commandant un dispositif de séparation d'un ou de diamants à récupérer, le système de détection étant constitué d'un émetteur d'ondes acoustiques et d'un récepteur d'ondes acoustiques, ce dernier étant destiné à capter des ondes acoustiques réfléchies par le mélange.

Selon une particularité d'un dispositif suivant l'invention, il comprend un premier jeu d'émetteur-récepteur et un deuxième jeu d'émetteur-récepteur, lesdits jeux étant situés dans des plans perpendiculaires.

Dans une forme de réalisation, le moyen d'amenée comprend au moins une partie destinée au déplacement du mélange sensiblement dans un plan, l'émetteur émet des ondes acoustiques dans une direction faisant un angle compris entre 5° et 35° , de préférence, d'environ 20° par rapport à une perpendiculaire audit plan, tandis que le récepteur capte des ondes réfléchies par le mélange faisant un angle compris entre 15° et 25° avec ladite perpendiculaire audit plan.

Dans une forme de réalisation avantageuse du dispositif suivant l'invention il comprend un focaliseur destiné à focaliser les ondes acoustiques sensiblement en un point du mélange. Un tel focaliseur est par exemple un focaliseur du type IPS réf. 129.320 vendu par Krautkrämer.

Dans une forme de réalisation particulière, le dispositif suivant l'invention comprend au moins un, de préférence 2 à 3, étages constitués :

- d'une trémie d'alimentation d'un mélange à une table mise en mouvement par un moteur, ledit mélange tombant, par l'effet de la gravité, d'un bord de ladite table ;
- d'un moyen de séparation de diamants lors de la chute du mélange ;
- d'une trémie pour récupérer les diamants séparés du mélange, et
- d'une trémie pour récupérer le mélange après récupération de diamants, cette trémie étant la trémie d'alimentation de l'étage inférieur.

Selon un détail de cette forme de réalisation particulière, il comprend :

- un moteur entraînant en rotation un arbre portant une série de disques sur lesquels repose éventuellement une table circulaire, et
- une série de paires de trémies dont la section supérieure est circulaire, la section supérieure d'une première trémie de chaque paire est inférieure ou sensiblement égale à la section circulaire du disque ou table, tandis que la section circulaire de la seconde trémie est supérieure à la section circulaire du disque ou table, chaque paire de trémies étant située en-dessous d'un disque ou table et présentant une ouverture livrant passage audit arbre, une trémie de chaque paire située au-dessus d'un disque ou table présentant un passage pour amener une partie du mélange sur ce disque ou table, des canons à eaux étant disposés, pour chaque disque, à un niveau inférieur au niveau du disque ou table mais supérieur au niveau des trémies destinées à recueillir le mélange tombant du disque ou table.

D'autres particularités et détails de l'invention ressortiront de la description détaillée suivante dans laquelle il est fait référence aux dessins ci-annexés.

Dans ces dessins :

- la figure 1 représente schématiquement un procédé suivant l'invention, et
- les figures 2 et 3 montrent des formes de réalisation de dispositifs suivant l'invention.

Dans le procédé de triage de diamants d'un mélange contenant entre autres des diamants à récupérer, à savoir dans le cas particulier décrit ci-dessous un minerai diamantifère humide provenant de la mine de Mbujimayi (Zaïre), on a déposé le minerai sur une table 1 et on a amené celui-ci vers un bord de table 1 au moyen d'un poussoir de sorte que ledit minerai tombait de la table et était amené à un système de détection 2.

On a détecté des diamants présents dans le minerai en émettant et focalisant des ondes acoustiques de fréquence proche de 25 MHz et en captant des ondes réfléchies par le minerai de fréquence proche de 20 - 22 MHz, et on a commandé un canon à eau 3 lorsqu'un diamant a été détecté, de manière à l'amener dans une cuve 4.

Le minerai après traitement a été recueilli dans un bac 5.

La détection de diamants dans le minerai a été réalisée en émettant et captant des ondes acoustiques dans deux plans perpendiculaires entre eux de manière à neutraliser des effets d'anisotropie cristalline.

Le minerai a été déplacé sensiblement dans un plan vertical A-A et les ondes focalisées faisaient un angle α compris entre $20^\circ \pm 15^\circ$ avec une perpendiculaire B audit plan A-A. On a capté des ondes réfléchies par le minerai qui faisait un angle β compris entre $16,5^\circ$ et $23,5^\circ$ avec ladite perpendiculaire B.

Après avoir réglé la puissance de l'onde émise à environ 80 dB, on a étudié l'influence du seuil sonore commandant la séparation d'un diamant ou d'une particule du minerai.

On a ainsi déterminé, pour différents seuils, le % de particules récupérées par rapport à celles présentes dans le mélange.

seuil à partir duquel on a commandé le canon à eau (dB)	% de ilménite récupérée	% de limonite récupérée	% de pyrope récupérée	% de diamant récupéré
3	0	33	40	100
3,2	0	16,5	30	100
3,4	0	0	30	95
3,6	0	0	20	95
5	0	0	0	36

Ce tableau montre, d'une part, qu'en utilisant un procédé suivant l'invention, il est possible de récupérer de 95 à 100 % des diamants présents dans le minerai, tout en ne récupérant qu'environ 20 à 30 % de pyrope présent dans le minerai; et, d'autre part, qu'en utilisant un procédé suivant l'invention, il est possible d'éliminer tous les accompagnateurs du diamant dans le minerai et de ne conserver que les diamants aux formes cristallines pures.

Vu ces résultats, on a développé un dispositif permettant, d'une part, de récupérer tous les diamants présents dans le minerai et d'autre part, de faire un premier tri pour séparer les diamants aux formes cristallines pures des autres diamants.

Ce dispositif est représenté schématiquement, en perspective et partiellement en coupe, à la figure 2.

Ce dispositif comprend un moyen 6 d'amenée d'un mélange contenant des diamants à un système de détection 7 commandant un dispositif de séparation 8 de diamants du mélange.

Le moyen 6 est une table vibrante présentant une série de rigoles 9 dans lesquelles les pierres se déplacent dans le sens de la flèche X. Les vibrations de la table sont obtenues au moyen d'un vibreur relié par des bras à la table 6 (non représenté).

La table 6 présente une fente 12 destinée à permettre la détection des diamants contenus dans le mélange. Pour effectuer cette détection, le dispositif comprend un système 7 constitué de deux jeux d'émetteurs 13 - récepteurs 14 d'ondes acoustiques, ces jeux étant montés sur un coulisseau 15 et situés dans des plans perpendiculaires entre eux.

Le coulisseau 15 est relié par un jeu de bielle-manivelle 16 à un moteur 17 et est guidé par des rails 18. La rotation de l'arbre du moteur 17 provoque le déplacement du coulisseau dans une direction Y parallèle à la fente 12.

Les ondes acoustiques générées par un générateur 10 qui sont réfléchies par un diamant du mélange sont captées par le récepteur 14, amplifiées par un amplificateur 19, filtrées dans un filtre 20 de manière à ne garder que les ondes réfléchies d'une fréquence déterminée, de préférence de haute fréquence.

Les ondes ainsi amplifiées et filtrées sont alors envoyées à un comparateur 21 de l'intensité de l'onde. Si cette intensité est supérieure à 5 dB, une valeur unitaire est donnée aux deux sorties 22, 23 du comparateur tandis que si cette intensité est inférieure à 5 dB, une valeur nulle est donnée à la sortie 22 du comparateur et une valeur nulle est donnée à la sortie 23 si l'intensité est inférieure à 3,6 dB. Des portes "ou" 24,24' permettent de déterminer si l'intensité d'une onde captée par un récepteur 14 est supérieure à 5 dB, ou est inférieure à 5 dB mais supérieure à 3,6 dB.

Lorsqu'une valeur unitaire sort d'un comparateur, un dispositif d'aspiration 25 reliée à des bacs de récupération 26, 27 prolongés par une trompe 28 s'étendant jusqu'au voisinage de la fente 12 est actionné de manière à récupérer un ou des diamants dudit mélange ou à obtenir des concentrés de diamants.

Une vanne 29 montée dans la trompe 28 est commandée lorsqu'une valeur unitaire sort de la porte 24' de sorte que le ou les diamants détectés sont aspirés.

Une porte "et" 30 compare les valeurs sortant des portes "ou" 24,24' et commande une trappe 31 destinée à diriger le ou les diamants aspirés vers le bac 26 lorsqu'une valeur unitaire sort de la porte "et" 30 et vers le bac 27 dans les autres cas.

La table 6 présente à une de ses extrémités un plan incliné 32 destiné à amener le mélange traité vers une autre table vibrante 6.

Un autre dispositif qui peut être utilisé pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'invention est représenté à la figure 3.

Ce dispositif comprend une série d'étages constitués :

- d'une trémie d'alimentation 32, 33 d'un mélange à une table 35, 36, cette table étant soumise à des vibrations par un vibreur électromécanique 38 ;
- d'un moyen de séparation des diamants lors de leur chute, ce moyen étant un canon à eau 39 commandé par un système de détection 40 ;
- d'une trémie 41, 42 pour récupérer les diamants séparés du mélange, et

- d'une trémie 44, 33, pour récupérer le mélange après une opération de séparation de diamants, la trémie 33 étant la trémie d'alimentation de l'étage inférieur.

Dans la forme de réalisation du dispositif représentée à la figure 3, le dispositif comprend 2 étages.

Le dispositif comprend avantageusement :

- 5 - un bâti 45 portant la trémie d'alimentation supérieure 32 et la table 35 ;
- un arbre 46 portant une série de disques 47, 36, le disque supérieur 47 étant destiné à transmettre les vibrations du vibreur 38 à la table 35 tandis que le disque 36 constituent également une table pour amener le mélange à un système de détection 40 ;
- un moteur 48 monté sur un plateau relié au vibreur 38, ce moteur entraînant en rotation ledit arbre 10 46, et
- une série de paires de trémies 33, 41 ; 44, 42 solidaires de l'arbre 46 par des bras, la section supérieure circulaire d'une première trémie 41, 42 de chaque paire étant sensiblement égale à la section circulaire du disque ou table tandis que celle de la seconde trémie 33, 44 de chaque paire est supérieure à la section circulaire d'un disque ou table placé au dessus de ladite paire.

- 15 La trémie 33 présente un passage 50 pour amener une partie du mélange sur un disque ou table 36 situé sous ladite trémie 33 ; cette dernière étant dès lors une trémie d'alimentation dudit disque ou table.

Entre chaque disque 47, 36 et les trémies pour récupérer les diamants ou le mélange traité sont disposés les canons à eaux 39.

- 20 Les trémies 41, 42 pour récupérer les diamants dudit mélange sont prolongés par un conduit 51 dont l'extrémité libre est éloignée de l'arbre 46 d'une distance au moins égale au plus grand rayon de la section supérieure des trémies. Les diamants ou le concentré diamantifère sortant desdites trémies sont alors récoltés dans un bac circulaire ou un collecteur 52, tandis que le mélange après traitement sort de la trémie inférieure 44 par un conduit 53 et est amené dans un réservoir 54.

25 Revendications

1. Procédé de triage de diamants d'un mélange contenant entre autres des diamants à récupérer dans lequel on amène ledit mélange à un système de détection, on détecte par ledit système un ou des 30 diamants à récupérer et on commande un dispositif de séparation du ou des diamants à récupérer du mélange lorsqu'on a détecté un ou des diamants à récupérer, caractérisé en ce qu'on détecte un ou des diamants à récupérer du mélange en émettant une ou des ondes acoustiques vers ledit mélange et en captant une ou des ondes réfléchies par ledit mélange.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on focalise l'onde acoustique émise de 35 manière à réduire la section utile du faisceau.
3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'on réduit la section utile du faisceau à une valeur inférieure à la surface d'une facette du ou des diamants à détecter ou de cristallites de minéraux contenus dans le mélange, cette valeur étant avantageusement inférieure à $5 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$.
- 40 4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on émet des ondes acoustiques vers le mélange dans des plans perpendiculaires et en ce qu'on capte des ondes réfléchies dans lesdits plans de manière à neutraliser des effets d'anisotropie cristalline.
- 45 5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on déplace le mélange dans un plan, caractérisé en ce qu'on émet l'onde ou les ondes acoustiques dans une direction faisant un angle, compris entre 5° et 35° , de préférence, d'environ 20° par rapport à une perpendiculaire audit plan, et en ce qu'on capte des ondes réfléchies par le mélange dans une direction faisant un angle compris entre 15° et 25° , de préférence entre $16,5^\circ$ et $23,5^\circ$ avec ladite perpendiculaire audit 50 plan.
6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on utilise des ondes ultrasonores ou ultrasons de fréquence supérieure à 10 MHz, de préférence à 20 MHz.
- 55 7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on commande le dispositif de séparation lorsqu'on capte une onde réfléchie d'une puissance sonore supérieure à 3 dB, de préférence à 5 dB pour une onde émise d'une puissance comprise entre 80 et 85 dB.

8. Dispositif pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, ce dispositif comprenant un moyen d'aménée (6) du mélange à un système de détection (7) commandant un dispositif de séparation (8) d'un ou de diamants à récupérer, caractérisé en ce que le système de détection comprend un émetteur d'ondes acoustiques (13) et un récepteur d'ondes acoustiques (14), ce dernier étant destiné à capter des ondes acoustiques réfléchies par le mélange.

9. Dispositif suivant la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend un premier jeu d'émetteur-récepteur et un deuxième jeu d'émetteur-récepteur, lesdits jeux étant situés dans des plans perpendiculaires entre eux.

10. Dispositif suivant la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le moyen d'aménée (6) comprend au moins un élément destiné au déplacement du mélange sensiblement dans un plan, l'émetteur (13) émet des ondes acoustiques dans une direction faisant un angle compris entre 5° et 35° , de préférence, d'environ 20° par rapport à une perpendiculaire audit plan, tandis que le récepteur (14) capte des ondes réfléchies par le mélange faisant un angle compris entre 15° et 25° avec ladite perpendiculaire audit plan.

11. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend un focaliseur destiné à focaliser les ondes acoustiques sensiblement en un point du mélange.

12. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un étage, de préférence 2 à 3, constitué :

- d'une trémie d'alimentation (32,33) d'un mélange à une table (35, 36) mise en mouvement par un moteur, ledit mélange tombant par l'effet de la gravité d'un bord de ladite table ;
- d'un moyen de séparation (39) de diamants lors de la chute du mélange de la table (35, 36) ;
- d'une trémie (41, 42) pour récupérer les diamants séparés du mélange, et
- d'une trémie (44, 33) pour récupérer le mélange après récupération de diamants, cette trémie étant la trémie d'alimentation de l'étage inférieur, lorsque le dispositif comprend plusieurs étages.

13. Dispositif suivant la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend un vibreur (38) destiné à soumettre la table (35, 36) à des vibrations.

14. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 et 13, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un moteur (48) entraînant en rotation un arbre (46) portant une série de disques (47, 36) sur lesquels repose éventuellement une table circulaire, ce moteur étant avantageusement monté sur un plateau soumis à l'action d'un vibreur (38), et
- une série de paires de trémies (33, 41 ; 44, 42) dont la section supérieure est circulaire, la section supérieure d'une première trémie (41, 42) de chaque paire étant inférieure ou sensiblement égale à la section circulaire du disque ou table, tandis que la section circulaire de la seconde trémie (33, 44) est supérieure à la section circulaire du disque ou table, chaque paire de trémies étant située en-dessous d'un disque ou table et présentant une ouverture livrant passage audit arbre, une trémie (33) de chaque paire située au-dessus d'un disque ou table (36) présentant un passage (50) pour amener une partie du mélange sur ce disque ou table, des canons à eaux (39) étant disposés, pour chaque disque, à un niveau inférieur au niveau du disque considéré mais supérieur au niveau des trémies destinées à recueillir le mélange tombant du disque ou table.

15. Dispositif suivant la revendication 15, caractérisé en ce que les dispositifs de séparation, de préférence des canons à eaux (39), sont commandés par un récepteur (14) lorsque ce dernier capte des ondes réfléchies par le mélange de manière à séparer des diamants du mélange et à les amener dans une trémie (41, 42) dont la section supérieure est inférieure ou égale à la section du disque ou table (35, 36) duquel le mélange tombe, ces trémies (41, 42) étant avantageusement, à leur partie inférieure, prolongées par un conduit (51), destiné à amener les diamants séparés vers un collecteur (52).

FIG. 1

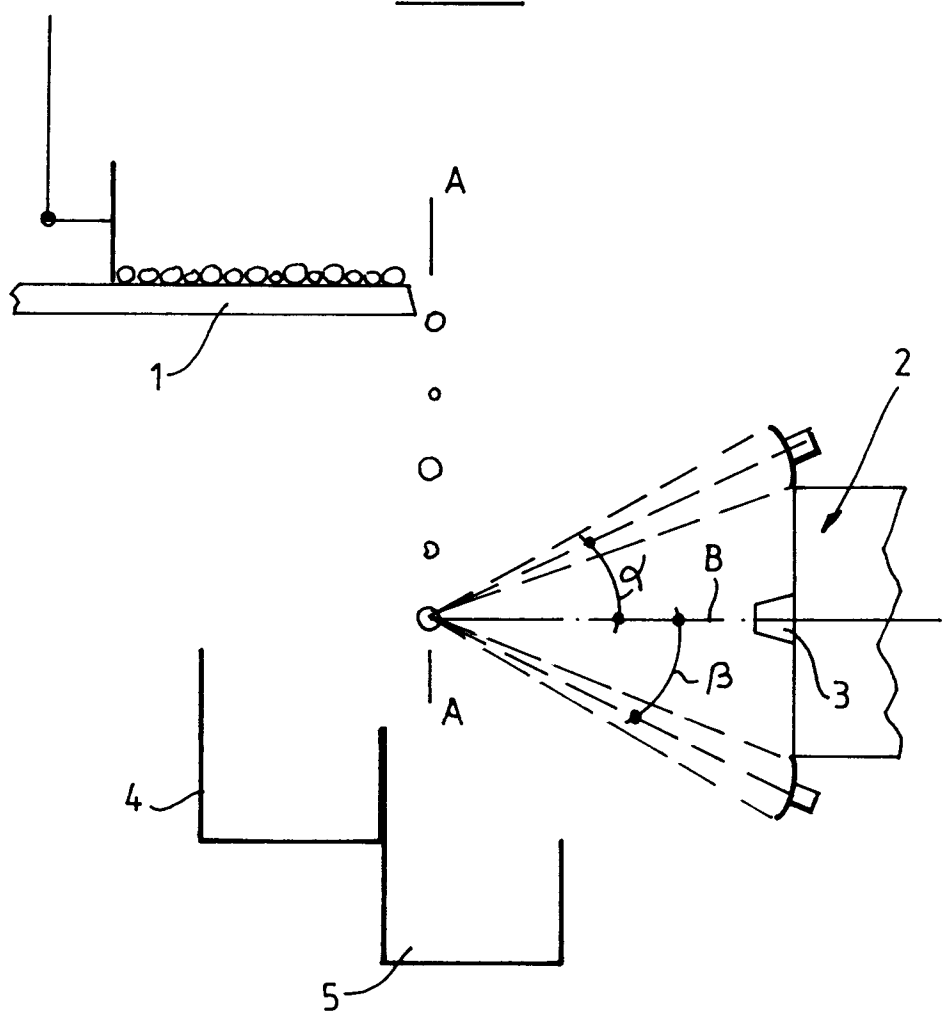


FIG. 2

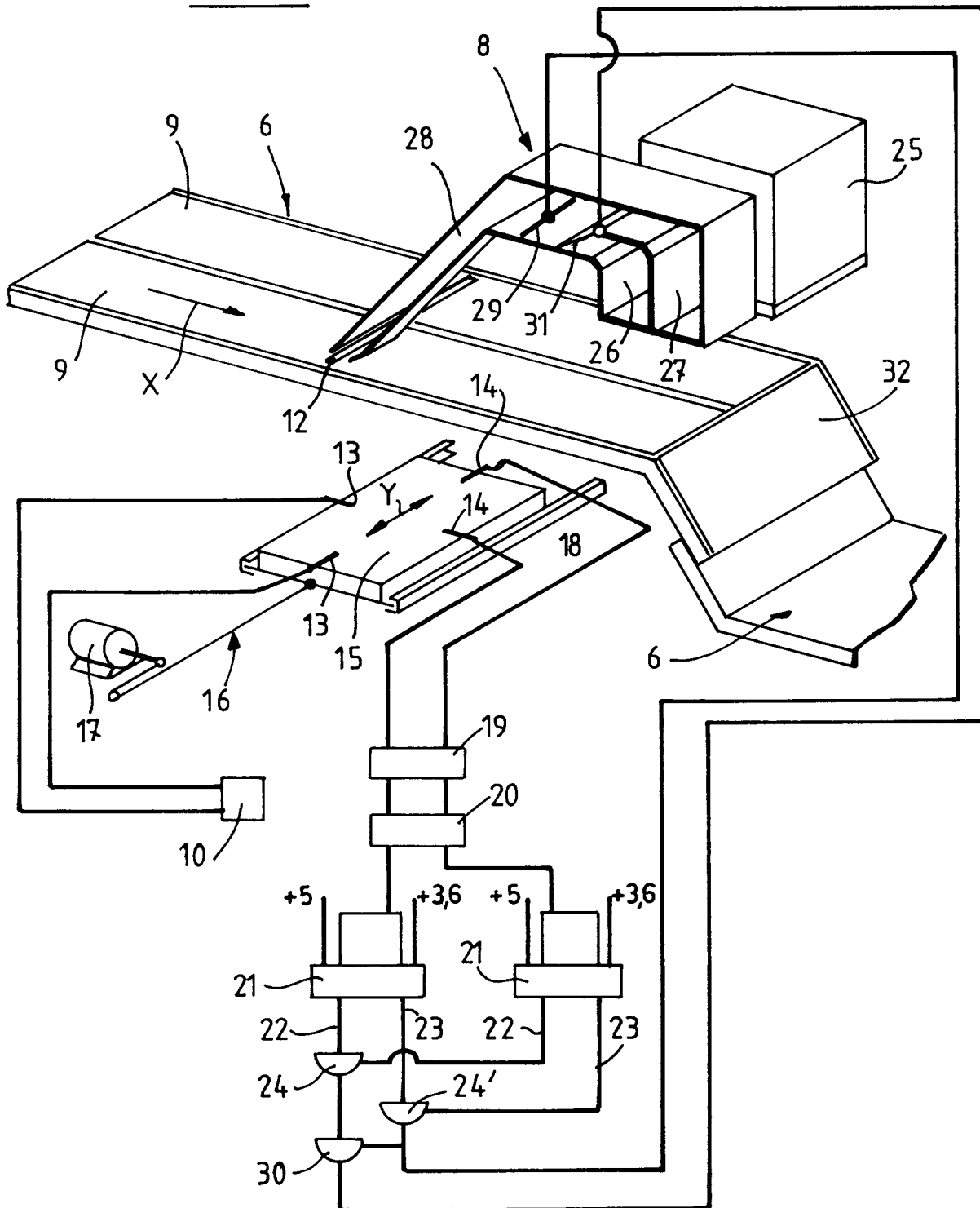
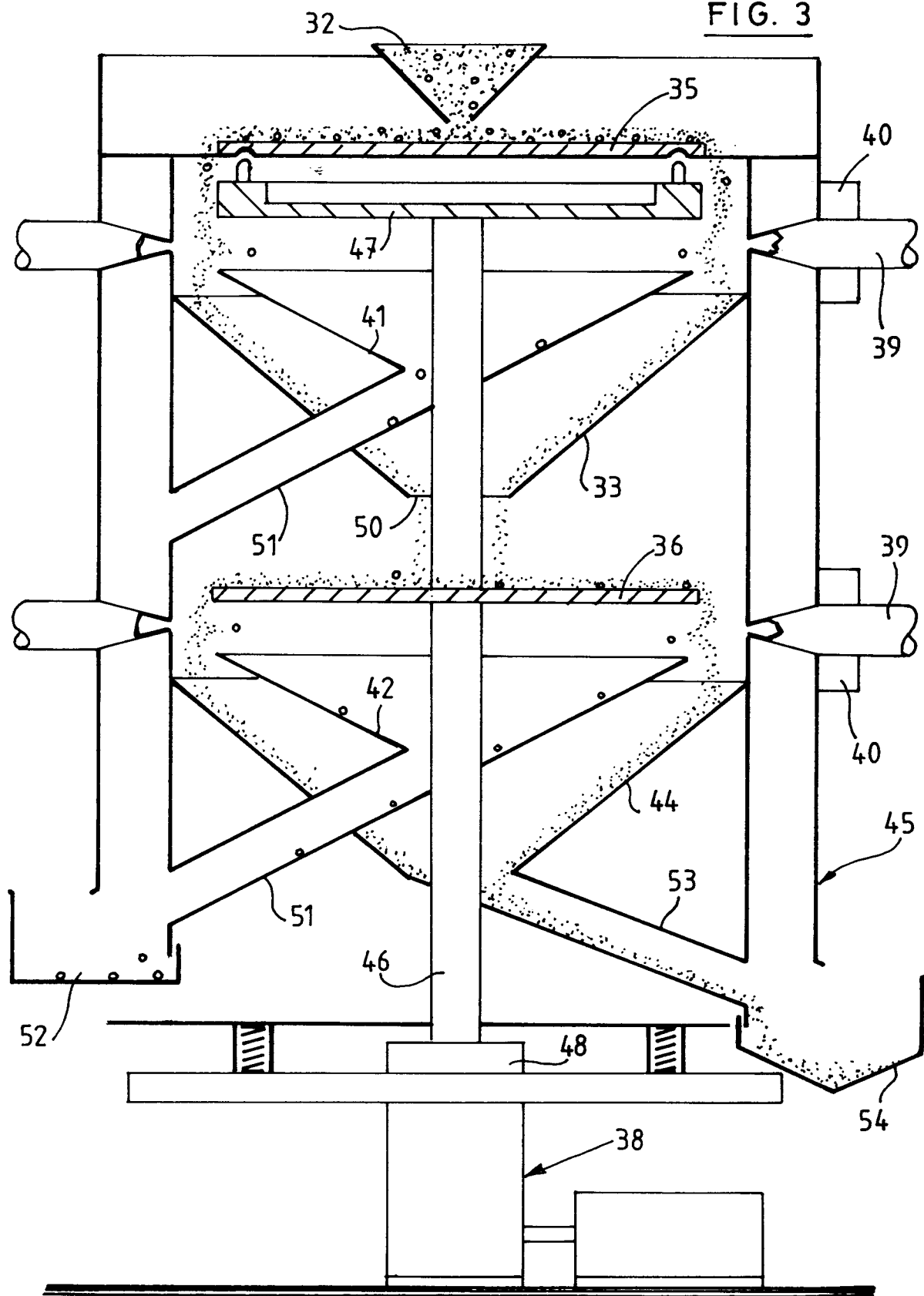


FIG. 3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 87 0209

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	FR-A-1227519 (LANZ AKTIENGESELLSCHAFT) * le document en entier * ---	1, 4-6	B07C5/34
A	US-A-4212398 (PARKER ET AL.) * abrégé; revendications 1, 9-10, 18; figure 1 * ---	1, 6	
A	WO-A-8302872 (LICENCIA TALALMANYOKAT ERTEKESITO VALLALAT) * page 7, lignes 5 - 25; revendications 1-4 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B07C G01N A01C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25 JUIN 1991	Examineur BEAUCE G.Y.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			