



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt : **92400629.9**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **B02C 17/06**

⑳ Date de dépôt : **11.03.92**

③① Priorité : **12.03.91 FR 9103276**

⑦② Inventeur : **Cambier, Benjamin**  
**31, rue des Millionnaires**  
**F-62200 Carvin (FR)**

④③ Date de publication de la demande :  
**16.09.92 Bulletin 92/38**

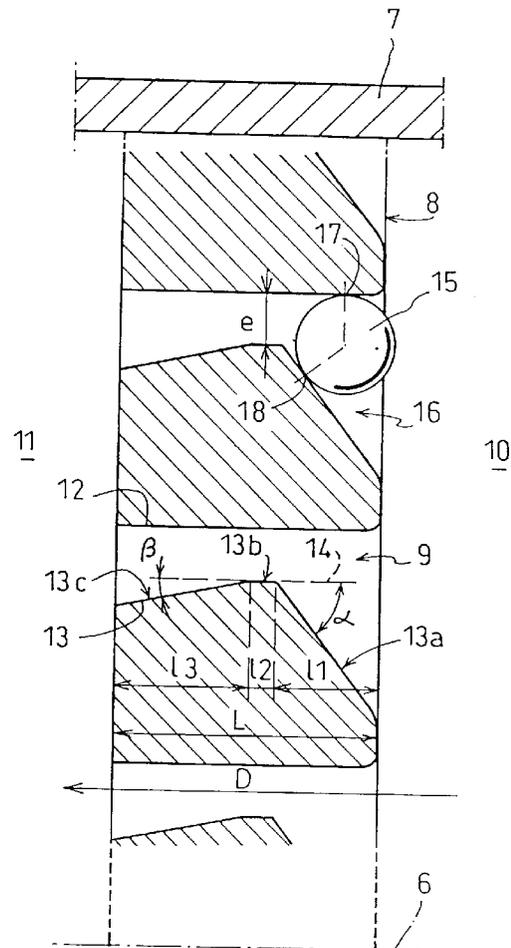
⑧④ Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL PT**  
**SE**

⑦④ Mandataire : **Descourtieux, Philippe et al**  
**CABINET BEAU de LOMENIE 55 rue**  
**d'Amsterdam**  
**F-75008 Paris (FR)**

⑦① Demandeur : **Cambier, Benjamin**  
**31, rue des Millionnaires**  
**F-62200 Carvin (FR)**

⑤④ **Cloison pour broyeur à boulets comportant des lumières anti-colmatantes.**

⑤⑦ La section de passage de chaque lumière circumférentielle ou radiale, pratiquée dans le revêtement de la cloison, a un profil échancré asymétrique convergent/divergent avec une première face plane (12) et une seconde face (13) ayant une première portion (13a) inclinée d'un angle ( $\alpha$ ) compris entre 40 et 60°, une deuxième portion (13b) plane et une troisième portion (13c) inclinée d'un angle ( $\beta$ ) compris entre 5 et 20°. La distance (e) entre les deux faces (12 et 13) au niveau de la deuxième portion (12b) est au plus égale à la moitié du diamètre (r) du plus petit boulet usé du compartiment amont (10). L'épaisseur ( $l_1$ ) de la première portion (13a) est au plus égale à ce diamètre r.



fig\_2

La présente invention concerne une cloison pour broyeur horizontal comprenant une virole cylindrique prévue pour tourner autour de son axe longitudinal et qui renferme une charge broyante composée de boulets sphériques, ladite cloison étant placée transversalement par rapport à la virole et étant pourvue d'ouvertures calibrées, dénommées lumières dans la suite du présent texte, permettant le passage de la matière broyée tout en retenant les corps broyants.

De manière connue, par exemple par le document FR.2.615.410, les lumières sont les passages pratiqués dans toute l'épaisseur du revêtement constitutif de la cloison, selon une direction sensiblement circonférentielle par rapport à l'axe du broyeur. Comme illustré à la figure 8 de ce document, chaque lumière a un profil continu divergent, de telle sorte que les boulets soient retenus par la face du revêtement où les lumières ont une section de passage plus faible et que la matière broyée soit entraînée à travers les lumières avec le minimum de perte de charge.

Selon le demandeur, ce type de cloison présente un inconvénient majeur. Lors du fonctionnement du broyeur, il arrive fréquemment qu'un boulet vienne se placer en regard d'une lumière et, sous la poussée des autres boulets, reste coincé dans cette lumière. Ce phénomène d'obstruction augmente dans le temps avec l'usure du revêtement, qui agrandit les lumières. On comprend que ces obstructions, qui empêchent le passage de la matière broyée diminuent la productivité du broyeur. Corrélativement, l'usure du revêtement augmente la section de passage des lumières et modifie les conditions de fonctionnement du broyeur. Il est donc nécessaire de sous-dimensionner la section de passage des lumières pour tenir compte de cette usure.

On a déjà proposé par le document SU-691.190 une cloison comportant des lumières radiales qui présentent, en section transversale, un profil en forme de K. La section la plus étroite de la lumière est de 0,25 à 0,5 fois la section la plus large.

Grâce à l'asymétrie du profil échancré en forme de K et grâce à la disposition de la pente par rapport au sens de rotation du broyeur, les boulets qui viennent se placer face à une lumière en prenant appui sur la partie inclinée sont entraînés par leur propre poids et ne peuvent rester coincés dans la lumière.

De plus, le profil échancré étant convergent, l'usure du revêtement constitutif de la paroi ne modifie pas la plus faible section de passage qui se trouve vers une zone intérieure du revêtement et non, comme dans le document FR. 2 615 410 précité, en surface dudit revêtement.

Ainsi théoriquement, avec la cloison du document SU-691 190, d'une part les boulets ne devraient pas pouvoir rester coincés dans les lumières et d'autre part les conditions de fonctionnement ne devraient pas être perturbées par l'usure du revêtement constitutif de la cloison.

Cependant le demandeur a constaté qu'en pratique le profil de lumière proposé dans ce document ne donnait pas entière satisfaction en ce qu'il ne permettait pas d'obtenir un rendement optimal du broyeur quelque soit le type de boulets utilisés pour le broyage et aussi en ce qu'il ne pouvait en l'état convenir pour des lumières disposées circonférentiellement par rapport à l'axe de rotation du broyeur.

Le premier but que s'est fixé le demandeur est de proposer une cloison qui pallie le premier inconvénient constaté en ce qu'elle procure un très bon rendement, tenant compte du calibrage des boulets mis en oeuvre et du taux d'usure desdits boulets.

Ce premier but est atteint grâce à la cloison pour broyeur horizontal cylindrique à boulets de l'invention. Il s'agit d'une cloison qui comporte de manière connue par le document SU-691 190 un revêtement pourvu de lumières de passage de la matière broyée, chaque lumière étant délimitée par une première face interne du revêtement qui est sensiblement plane et parallèle à l'axe de rotation du broyeur et par une seconde face interne ayant successivement dans le sens de passage de la matière une première portion inclinée formant un profil convergent avec la première face, une deuxième portion sensiblement plane et parallèle à la première face et correspondant à la zone la plus étroite de la lumière et une troisième portion inclinée formant un profil divergent avec la première face.

De manière caractéristique, la cloison étant conçue pour retenir des boulets usés ayant dans le compartiment amont au moins un diamètre  $r$  déterminé, l'angle de convergence  $\alpha$  est compris entre 40 et 60°, l'angle de divergence  $\beta$  est compris entre 5 et 20°; de plus, la première portion convergente occupe dans le revêtement non usé une épaisseur au plus égale au diamètre  $r$  déterminé et la distance  $e$  entre la première et la seconde face dans la zone la plus étroite de la lumière est au plus égale à la moitié du diamètre  $r$  déterminé.

Il est habituel de faire fonctionner le broyeur jusqu'à ce que les boulets aient atteint un certain taux d'usure. Le diamètre  $r$  dont il est question ci-dessus correspond donc, pour le compartiment placé en amont de la cloison, aux dimensions du plus petit boulet usé admissible au-delà desquelles il est nécessaire de remplacer la charge broyante du compartiment.

Avec les paramètres de structure ainsi combinés, la cloison selon l'invention est utilisable dans d'excellentes conditions jusqu'à l'usure prévue pour les boulets.

De plus la section de passage a une forme de tuyère avec profil convergent-divergent, ce qui améliore la circulation de l'air entraînant la matière broyée à travers la lumière.

Selon un mode de réalisation d'un tel profil convergent-divergent, la première portion conver-

gente occupe de l'ordre de 40% de l'épaisseur totale du revêtement, constitutif de la cloison, la deuxième portion de l'ordre de 10% et la troisième portion divergente de l'ordre de 50%.

Les lumières pratiquées dans le revêtement peuvent avoir une direction radiale ou encore circonférentielle.

Le second but que s'est fixé le demandeur est de proposer une cloison qui pallie le second inconvénient de celle décrite dans le document SU-691 190 en ce qu'elle peut convenir aussi lorsque les lumières sont disposées circonférentiellement par rapport à l'axe de rotation du broyeur.

Les lumières en forme de K du document précité sont disposées sensiblement radialement par rapport à l'axe de rotation du broyeur. Si l'on place lesdites lumières selon une direction sensiblement circonférentielle, on constate dans certaines conditions qu'un alignement de boulets peut rester coincé dans la lumière du fait que les boulets extrêmes de cet alignement sont bloqués par les faces latérales de cette lumière.

Cette difficulté est résolue par la disposition suivante de la cloison de l'invention, dans laquelle le profil en creux correspondant à la première portion convergente et à la troisième portion divergente de chaque lumière est prolongé dans le revêtement au-delà de la lumière proprement dite.

Ainsi il n'y a plus de faces latérales susceptibles de bloquer les boulets; lors de la rotation du broyeur, les boulets roulent dans les profils convergents ou divergents de la cloison, au-delà des lumières proprement dites.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va être faite d'un exemple de réalisation d'une cloison pour broyeurs à boulets comportant des lumières anti-colmatantes illustrée par le dessin annexé dans lequel :

La figure 1 est une vue schématique de face d'une partie de la cloison.

La figure 2 est une vue en coupe longitudinale partielle de la cloison.

Les figures 3A et 3B sont des vues schématiques de face d'une plaque munie d'une lumière respectivement sans rainure et avec rainure.

La cloison 1 est constituée de modules 2 assemblés les uns avec les autres sur trois niveaux 3,4,5, les modules du niveau 5 le plus éloigné de l'axe 6 de rotation du broyeur étant fixés sur la virole 7.

Chaque module 2 est recouvert d'une plaque 8 dans laquelle sont percées les lumières 9, assurant le passage de la matière broyée du compartiment amont 10 vers le compartiment aval 11 du broyeur.

La lumière 9 est une fente creusée dans toute l'épaisseur L de la plaque 8, selon une direction qui est sensiblement circonférentielle (figure 1). Chaque plaque 8 dispose de douze lumières 9, regroupées en

deux colonnes de six lumières.

Comme cela apparaît distinctement sur la vue en coupe longitudinale de la plaque 8 représentée à la figure 2, l'évidement constituant la lumière 9 est délimité par une première face 12 et une seconde face 13.

La première face 12 est dans le présent exemple la plus éloignée de l'axe 6 de rotation du broyeur, pour une lumière 9 donnée. Cette première face 12 est sensiblement plane et parallèle à cet axe 6.

La seconde face 13 est dans le présent exemple la plus proche de l'axe 6, pour une lumière 9 donnée. Cette seconde face 13 a un profil en trois portions distinctes, respectivement 13a, 13b et 13c depuis le compartiment amont 10 jusqu'au compartiment aval 11, c'est-à-dire dans le sens de déplacement de la matière dans le sens de la flèche D.

La première portion 13a, dans le sens de la flèche D, est fortement inclinée, selon un profil convergent. L'angle  $\alpha$  d'inclinaison est compris entre 40° et 60°, cet angle  $\alpha$  étant mesuré par rapport à la direction générale 14 de la lumière 9.

La seconde portion 13b est sensiblement plane et parallèle à la première face 12.

La troisième portion 13c est légèrement inclinée selon un profil divergent. L'angle  $\beta$  d'inclinaison est compris entre 5° et 20°.

La lumière 9 a sa section de passage la plus réduite au droit de la deuxième portion 13b correspondant à la distance  $e$  entre la première 12 et la seconde face 13.

Des boulets 15 sont placés dans le compartiment amont 10 avec la matière à broyer. Les boulets 15 sont des sphères métalliques dont le diamètre est fonction de la matière à broyer, et diminue progressivement sous l'action de l'usure due aux frottements des boulets les uns contre les autres et de la matière à broyer. La charge broyante d'un compartiment est constituée de boulets 15 calibrés dans une certaine fourchette de diamètre. Au-delà d'une certaine usure, il est prévu que la charge broyante soit remplacée. On sait donc déterminer lors du chargement des boulets 15 quel est le plus petit diamètre  $r$  de boulet usé admissible.

Selon l'invention, la distance  $e$  est sensiblement égale à la moitié du diamètre  $r$  précité.

Par exemple pour une charge broyante comportant des boulets calibrés entre 60 et 17 mm de diamètre, on sait prévoir que le plus petit diamètre  $r$  doit être égal à 12 mm. Cela correspond à une usure de 5 mm du plus petit boulet non usé, de diamètre 15 mm. Dans ce cas, la distance  $e$  est sensiblement égale à 6 mm.

De plus, selon l'invention, l'épaisseur  $l_1$  de la première portion convergente 13a dans toute l'épaisseur  $L$  de la plaque 8 est, à l'état non usé, au plus égale au diamètre  $r$  déterminé.

Ainsi dans l'exemple précité,  $l_1$  est égal à 11 mm.

L'épaisseur totale  $L$  de la plaque 8 est choisie en fonction des paramètres mécaniques de résistance, tenant compte des conditions de mise en oeuvre du broyeur et du taux d'usure admissible pour la cloison. Il faut par exemple que la cloison puisse être utilisée normalement jusqu'à une usure globale de l'ordre de 50 à 60% selon qu'il s'agit d'une cloison simple ou d'une cloison double, ce taux correspondant à la réserve globale d'usure de la cloison; cependant l'usure peut être différemment répartie entre les deux faces de la cloison, tournées respectivement vers le compartiment amont et le compartiment aval qui contiennent des boulets de calibrages différents.

Dans un autre exemple de réalisation d'une cloison simple, ayant une réserve d'usure de 60% vers le compartiment amont et de 40% vers le compartiment aval, l'épaisseur totale  $L$  est égale à 80 mm, se répartissant comme suit :  $l_1$  est de 27 mm,  $l_2$  qui est l'épaisseur de la deuxième portion est égale à 35 mm et  $l_3$  qui est celle de la troisième portion divergente est égale à 18 mm. La distance  $e$  est de 12 mm. Les plus petits boulets placés dans le compartiment amont ont un diamètre de 50 mm, avec une usure admissible jusqu'à un diamètre  $r_1$  de 40 mm. Les plus petits boulets placés dans le compartiment aval ont un diamètre de 40 mm, avec une usure admissible jusqu'à un diamètre  $r_2$  de 32 mm. En fonction du taux global d'usure de 50%, la cloison en question sera remplacée lorsqu'elle ne fera plus que 40 mm d'épaisseur. Dans ce cas, compte-tenu de la répartition de cette usure entre les deux faces de la plaque, la première portion aura encore une épaisseur  $l_1$  de 3 mm et la troisième portion une épaisseur  $l_3$  de 2 mm.

Lors du fonctionnement du broyeur, certains boulets 15, sous la poussée des autres boulets accumulés dans le fond de la virole 7, viennent se loger au moins partiellement dans la partie convergente 16 de la lumière, délimités entre la première face 12 et la première portion 13a de la seconde face 13.

Le boulet 15 qui est plaqué dans la partie convergente 16 prend appui d'une part sur la première face 12 et sur la première portion 13a fortement inclinée de la seconde face 13.

Lors de la rotation de la virole 7 autour de son axe longitudinal, la partie convergente 16, dans laquelle se trouve placé le boulet 15, se retrouve progressivement dans la position représentée sur la figure 2, c'est-à-dire avec la portion 13a ayant une inclinaison dirigée vers le bas du compartiment amont 10. Le boulet 15 est donc soumis aux forces de la gravité sous l'effet de son propre poids. L'inclinaison d'angle  $\alpha$  compris entre 40° et 60° est suffisante pour que les forces de gravité soient supérieures aux forces d'accrochage du boulet 15 sur les faces 12 et 13a de la lumière 9, qui sont fonction du coefficient de frottement entre les matériaux constitutifs de la plaque 8 et du boulet 15. En conséquence, le boulet 15 se décroche de la lumière 9 lors de la rotation de la virole 7.

Ce phénomène de décrochage reste identique à lui-même, quelle que soit la variation de diamètre du boulet 15, lors de son usure. Cette usure entraîne simplement un déplacement relatif des points d'appui 17 et 18 du boulet 15 sur la première 12 et seconde 13 faces de la lumière 9.

Par ailleurs l'usure de la plaque 8, sous l'action de la matière et des boulets, ne change pas la hauteur  $e$  de la section de passage de la matière; elle n'a donc pas d'influence sur le fonctionnement du broyeur.

Afin d'éviter le blocage éventuel d'un alignement de boulets 15 dans une lumière donnée, du fait de l'appui des boulets extrêmes sur les faces latérales 19, s'étendant entre les deux faces internes 12 et 13, chaque plaque 8 est pourvue de rainures 20 dont le profil en creux consiste dans le prolongement des seuls profils convergent et divergent des lumières, de part et d'autre de chacune de celle-ci.

Ainsi lors de la rotation du broyeur, les boulets sont amenés à se déplacer dans la succession de lumières 9 et de rainures 20 sans risque de blocage, puisqu'il n'existe plus de faces 19 susceptibles de former des butées. Ces rainures 20 ne diffèrent des lumières 9 que par leur zone centrale 21 qui n'est pas évidée et qui donc ne laisse pas passer le flux de matière.

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui a été décrit de manière non exhaustive, mais en couvre toutes les variantes. En particulier les lumières peuvent être disposées sous forme de fentes radiales par rapport à l'axe de rotation du broyeur. Dans ce cas la première face de la lumière se trouve la plus en avant dans le sens de rotation du broyeur.

Les tests menés sur des broyeurs dont les cloisons étaient pourvues de lumière selon l'invention ont permis de constater une très nette amélioration du fonctionnement, en particulier du fait de l'annulation de tout "effet de cloison". Cet "effet de cloison" correspond à une élévation de la vitesse de passage de l'air ou du gaz transporteur de la matière; il est dû à l'obstruction partielle des lumières par certains boulets, notamment usés, du fait de l'augmentation de sa vitesse, l'air ou le gaz prélevé dans le compartiment qu'il traverse de la matière insuffisamment broyée, ce qui provoque un dysfonctionnement du broyeur. Grâce à la présente invention, les conditions de pertes de charge et de vitesse de l'air ou du gaz dans le broyeur sont optimales.

## Revendications

1. Cloison pour broyeur horizontal cylindrique à boulets, comportant un revêtement (8) pourvu de lumières (9) de passage de l'air ou du gaz transporteur et de la matière broyée, chaque lumière (9) étant délimitée par une première face (12)

- interne du revêtement (8) qui est sensiblement plane et parallèle à l'axe de rotation (6) du broyeur et par une seconde face (13) interne ayant successivement dans le sens (D) de passage de la matière une première portion (13a) inclinée d'un angle  $\alpha$  formant un profil convergent avec la première face (12), une deuxième portion (13b) sensiblement plane et parallèle à la première face (12) et correspondant à la zone la plus étroite de la lumière et une troisième portion (13c) inclinée d'un angle  $\beta$  formant un profil divergent avec la première face (12), caractérisée en ce que, la cloison étant conçue pour retenir des boulets usés ayant dans le compartiment amont au moins un diamètre  $\underline{r}$  déterminé, l'angle de convergence  $\alpha$  est compris entre 40 et 60°, l'angle de divergence  $\beta$  est compris entre 5 et 20°, la première portion convergente (13a) occupe dans le revêtement (8) non usé une épaisseur ( $\underline{l}_1$ ) au plus égale au diamètre  $\underline{r}$  déterminé et la distance ( $\underline{e}$ ) entre la première (12) et la seconde (13) face dans la zone la plus étroite de la lumière (9) est au plus égale à la moitié du diamètre  $\underline{r}$  déterminé.
- 5
- 10
- 15
- 20
2. Cloison selon la revendication 1 caractérisée en ce que les lumières (9) ont une direction radiale. 25
3. Cloison selon la revendication 1 caractérisée en ce que les lumières (9) ont une direction circonférentielle. 30
4. Cloison selon la revendication 3 caractérisée en ce que le profil en creux correspondant à la première portion convergente (13a) et à la troisième portion divergente (13c) de chaque lumière se prolonge dans le revêtement (8) au-delà de la lumière proprement dite (9) par des rainures (20). 35

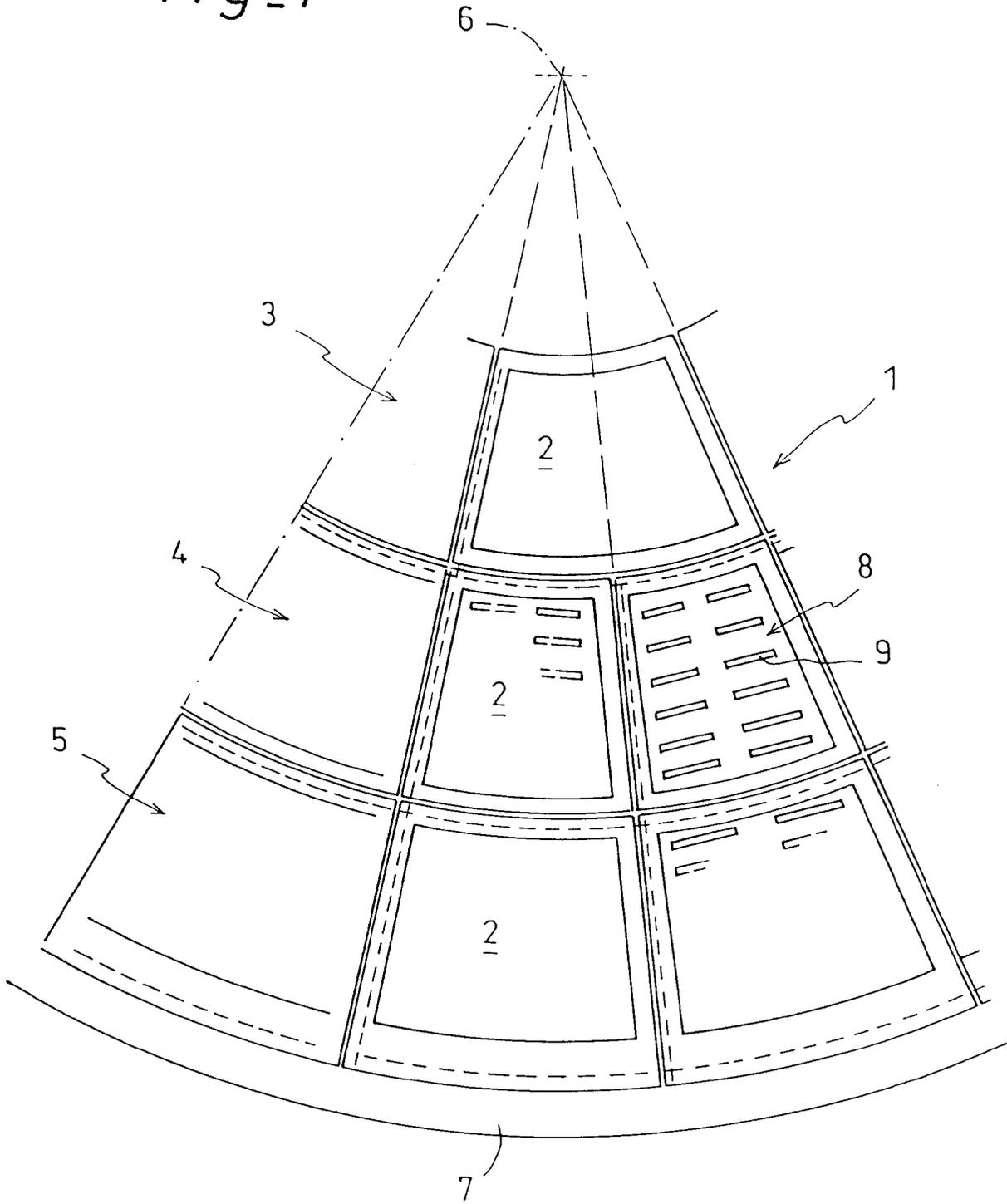
40

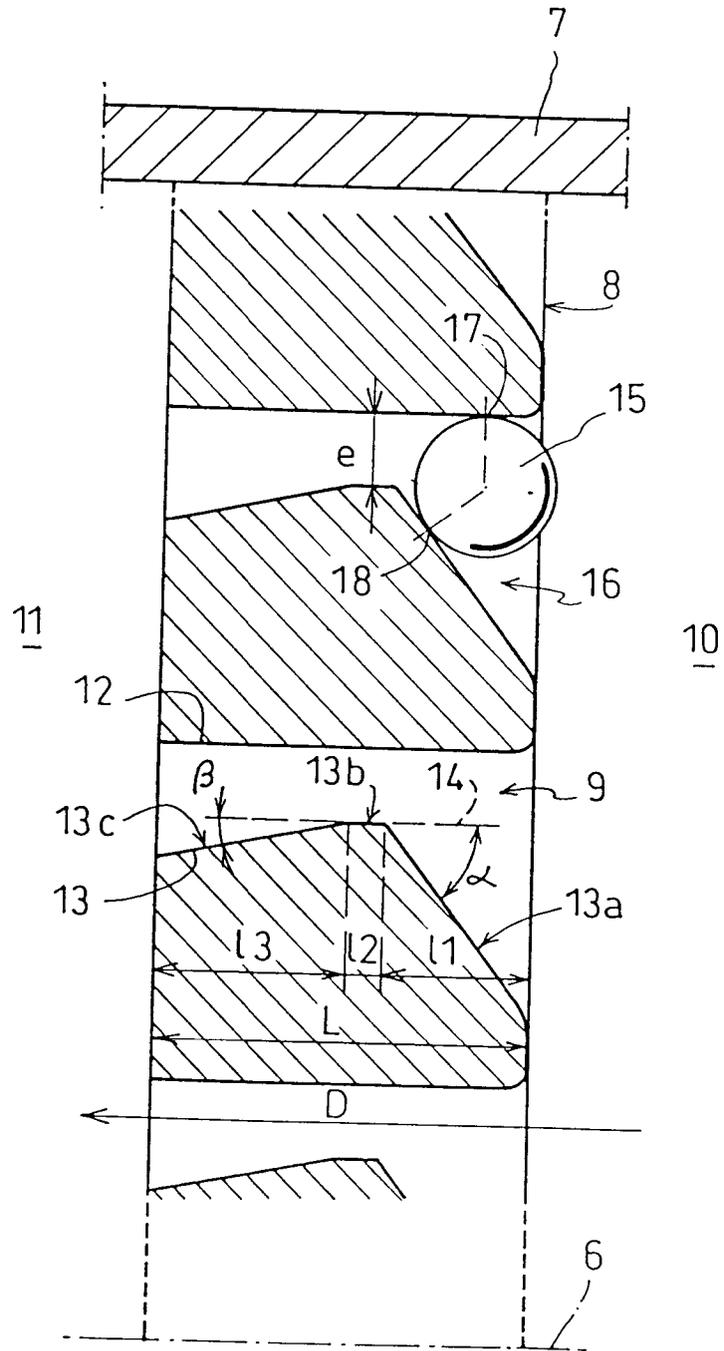
45

50

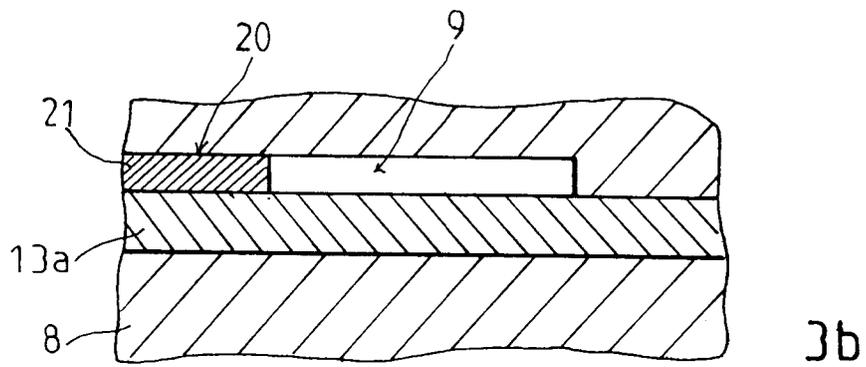
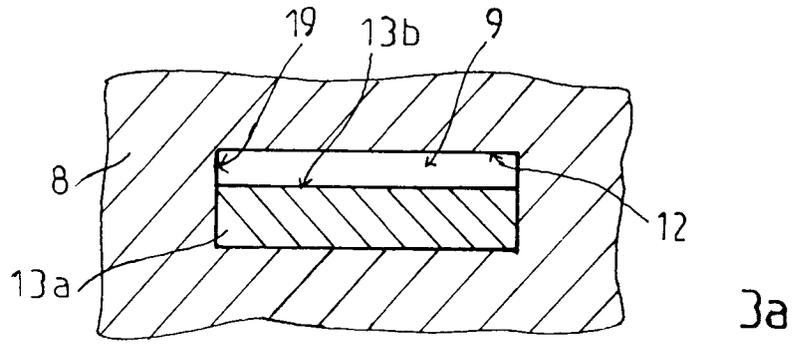
55

fig\_1





*fig\_2*



fig\_3



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 0629

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,D	soviet inventions illustrated section p, week c22, 9 juillet 1980 derwent publications ltd., london , gb. class p41,no. e9175c/22 & su-a-691190 ( yuzhgiprotsement) 15 octobre 1979 ---	1-3	B02C17/06
A	DE-C-670 446 (L. TSCHAUNER) * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)  B02C
A	US-A-1 606 545 (P.E. VAN SAUN) * revendications 1-3; figure 4 *	1	
A	FR-A-579 651 (SOC. D'EXPLOITATION DES PROCEDES INDUSTRIELS CANDLOT) * le document en entier *	4	
-----			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09 JUIN 1992	Examineur VERDONCK J. C. M. J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)