



①2 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②1 Numéro de dépôt : **91400902.2**

⑤1 Int. Cl.⁵ : **C21B 7/16, F27D 1/06**

②2 Date de dépôt : **03.04.91**

③0 Priorité : **06.04.90 FR 9004452**

④3 Date de publication de la demande :
09.10.91 Bulletin 91/41

⑧4 Etats contractants désignés :
DE ES FR IT SE

⑦1 Demandeur : **SAVOIE REFRACTAIRES**
10 rue de l'industrie B.P. 1
F-69631 Venissieux Cédex (FR)

⑦2 Inventeur : **Schoennahl, Jacques**
4 allée Marcel Achard
F-69100 Villeurbanne (FR)

⑦4 Mandataire : **Aron, Georges et al**
Cabinet de Boisse 37, Avenue Franklin D.
Roosevelt
F-75008 Paris (FR)

⑤4 **Perfectionnements à la réalisation des ouvreaux de brûleurs ou entourage de tuyères de fours et de réacteurs verticaux.**

⑤7 L'invention se rapporte aux fours et réacteurs verticaux.
Elle concerne plus particulièrement un ouvrage de brûleur ou entourage de tuyère d'un four ou réacteur vertical constitué par l'assemblage d'au plus quatre éléments préfabriqués (12) en béton réfractaire moulé, caractérisé en ce que chaque élément comprend, en outre, un revêtement (14) constitué de claveaux réfractaires céramisés (15) de forme et dimensions identiques, disposé entre la partie (13) de l'élément en béton réfractaire moulé et l'ouverture (5) destinée à recevoir le brûleur ou la tuyère.

Application notamment aux hauts-fourneaux.

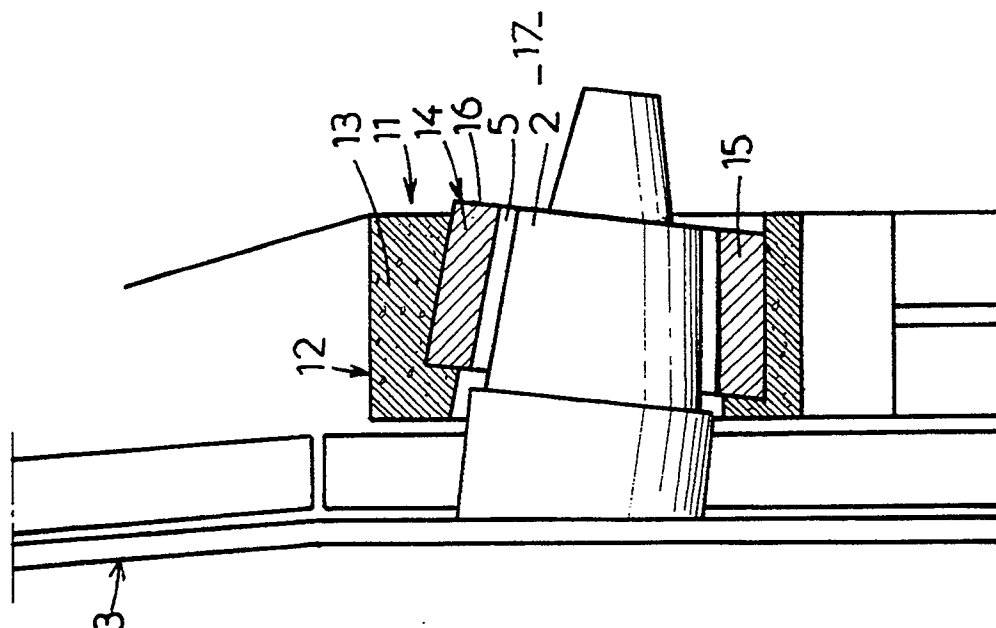


FIG. 3

La présente invention est relative à des perfectionnements à la réalisation des ouvreaux de brûleurs ou entourages de tuyères de fours et réacteurs verticaux.

Les fours et réacteurs verticaux fonctionnant à des températures élevées, tels que, par exemple, les hauts-fourneaux et les cubilots, sont chauffés habituellement par un ensemble de brûleurs ou de tuyères d'injection de gaz chauds disposés en ceinture par rapport à l'intérieur du four ou réacteur. Les brûleurs ou tuyères métalliques, en général amovibles, sont logés dans des ouvreaux ou entourages constitués de pièces en matériau réfractaire. Ces pièces réfractaires sont soumises à des contraintes mécaniques et thermiques et à une corrosion importantes. On peut distinguer, en particulier :

- les contraintes mécaniques statiques résultant du poids de la maçonnerie et des efforts de confinement exercés par l'enveloppe métallique extérieure du four ou réacteur ;
- les contraintes mécaniques dynamiques résultant de l'abrasion exercée par la charge solide qui descend dans le four ou réacteur, et de l'érosion provoquée par le ruissellement de verres, laitiers et/ou métaux fondus le long des pièces ou par les gaz chauds qui remontent dans le four ou réacteur ;
- les contraintes thermomécaniques dues aux températures élevées qui règnent dans le four ou réacteur, aux gradients thermiques qui existent en marche stabilisée ou au choc thermique survenant lors des arrêts et redémarrages des brûleurs ou de l'injection de gaz chauds par les tuyères ;
- la corrosion qui peut se produire soit sur la surface des pièces au contact de la charge du four ou réacteur, soit dans l'épaisseur des pièces par infiltration ou diffusion d'éléments agressifs émis par la charge du four ou réacteur.

Ces contraintes et la corrosion subie sont les causes d'un processus de destruction des pièces.

Ainsi, par exemple, dans le cas d'entourages de tuyères de hauts-fourneaux, les pièces constitutives des entourages sont sujettes à une fissuration par choc thermique, à une imprégnation par des vapeurs de potassium qui se condensent sous forme de K_2O ou K_2CO_3 et attaquent le matériau réfractaire en profondeur en le rendant friable, et à une usure par abrasion et érosion causées par la charge descendante sur le matériau fragilisé par les agressions précédentes.

Il est donc impératif que les ouvreaux de brûleurs et les entourages de tuyères de fours ou réacteurs verticaux aient une bonne résistance au choc thermique et une bonne résistance mécanique, qui se maintienne même en cas d'attaque chimique en profondeur.

Les ouvreaux de brûleurs ou les entourages de

tuyères sont traditionnellement constitués par l'assemblage d'un grand nombre de claveaux réfractaires, céramisés, par exemple en carbure de silicium à liant nitrure de silicium ou à base de grains de corindon à liant mullite ou sialon, de formes différentes et relativement complexes.

Cette technologie, si elle est satisfaisante, est toutefois très onéreuse car elle implique, pour le fabricant, la réalisation d'un grand nombre de moules et l'emploi de techniques de façonnage non automatisées, telles que le damage manuel, et, pour l'utilisateur, la nécessité de disposer d'une main d'oeuvre qualifiée. De plus, le temps de montage sur le chantier est très long, typiquement d'environ sept jours pour une ceinture de tuyères d'un haut-fourneau.

Afin de gagner du temps lors du montage sur le chantier, on a proposé de livrer des ensembles de claveaux sous forme pré-assemblée, c'est-à-dire solidarisés en usine par des moyens connus, par exemple à l'aide d'un ciment. Cette technique n'offre cependant aucun autre avantage par rapport à la pratique traditionnelle.

Il a également été proposé de réaliser chaque ouvreau ou entourage, non plus par assemblage d'un grand nombre de claveaux élémentaires, mais par assemblage d'un petit nombre (par exemple quatre) d'éléments convenablement conformés obtenus par moulage d'un béton réfractaire. Cette façon de faire permet de minimiser les frais de moules et de main d'oeuvre, et de gagner du temps lors du montage sur le chantier : on peut ainsi, par exemple, abaisser le temps de montage à 4-5 jours, au lieu de 7 jours dans le cas d'un assemblage de claveaux.

L'expérience a toutefois montré que, même en utilisant les meilleurs bétons réfractaires de haute compacité dont on dispose, tels que ceux décrits dans le brevet français 2 390 400, ou le brevet allemand 27 59809 correspondant, les ouvreaux ou entourages résultants présentaient, à l'usage, une résistance à l'abrasion et à l'érosion à chaud très inférieure à celle des claveaux céramisés à haute température, en particulier à celles des claveaux à base de grains de corindon et/ou de carbure de silicium à liant nitrure ou sialon, notamment dans le cas où il se produit simultanément une corrosion dans la masse par infiltration ou diffusion d'éléments agressifs, tels que K_2O ou K_2CO_3 .

Une autre variante qui a été testée consiste à réaliser les ouvreaux ou entourages par assemblage de 4 blocs en carbone usinés à la forme. Cette solution n'est toutefois pas satisfaisante, car elle conduit à des pertes thermiques importantes et les blocs de carbone s'usent rapidement par oxydation.

La présente invention vise à résoudre les problèmes sus-évoqués en fournissant des ouvreaux de brûleurs et des entourages de tuyères perfectionnés pour fours ou réacteurs verticaux.

Plus précisément, l'invention concerne un

ouveau de brûleur ou un entourage de tuyère d'un four ou réacteur vertical constitué par l'assemblage d'au plus quatre éléments préfabriqués en béton réfractaire moulé, caractérisé en ce que chaque élément comprend, en outre, un revêtement lié au béton et constitué de claveaux réfractaires céramisés de forme et dimensions identiques, formant un ensemble composite unitaire avec ledit élément et disposé entre la partie de l'élément en béton réfractaire moulé et l'ouverture destinée à recevoir le brûleur ou la tuyère.

Les claveaux céramisés constituant le revêtement, étant tous de mêmes formes et dimensions, peuvent être facilement produits par un procédé de façonnage automatique, par exemple par pressage uniaxial. Comme matériaux constitutifs de ces claveaux céramisés, on utilisera, de préférence, un matériau à base de grains de corindon et/ou de carbure de silicium liés par un liant nitrure ou sialon, tels que le produit CORANIT^(R) comprenant environ 75% d'alumine et 25% d'un liant nitruré du type sialon et oxynitrure de silicium ; le produit SICANIT^(R) 20 qui comprend environ 76% de carbure de silicium et 25% d'un liant nitruré ou le produit SICANIT^(R) AL comprenant environ 9,5% d'alumine, 67% de carbure de silicium et 23,5% d'un liant nitruré du type sialon, qui sont vendus par la demanderesse.

Le revêtement de claveaux peut être mis en place soit au moment du moulage de la partie en béton des éléments, en plaçant les claveaux dans le moule servant au moulage du béton pendant la coulée de celui-ci, soit après démoulage de la partie en béton des éléments, par jointoyage au moyen d'un ciment réfractaire, de façon que l'association béton-claveaux forme un ensemble composite unitaire.

Comme bétons réfractaires, on peut utiliser ceux décrits dans le brevet français 2 390 400 ou le brevet allemand 27 59809 correspondant dont les enseignements sont incorporés ici par référence, à l'exception des bétons contenant du carbone dont la présence est à éviter. En bref, ces bétons sont formés, en poids, par (A) 70-90% d'un granulats réfractaire et par (B) 10-30% d'un ciment constitué de (i) 10-30% d'une substance minérale alcalinoterreuse, (ii) 14-54% de particules ultra-fines d'une grosseur de particules de 100 nm à 0,1 µm et (iii) de 14-54% de particules fines d'une grosseur de particules de 1 à 10 µm. Parmi cette famille de bétons, on préfère utiliser notamment les bétons vibrés comprenant un granulats formé d'alumine à liant hydraulique tels que le béton CRISTARAM^(R) à 93% d'alumine dont le granulats est du corindon blanc quine nécessite que 3% d'eau et qui présente une masse volumique de 3250 kg/m³ et une résistance à l'écrasement à froid supérieure à 140 MPa ; ou le béton CORAL^(R) à 89% d'alumine dont le granulats est du corindon brun, quine nécessite qu'environ 2,5% d'eau et qui présente une masse volumique de 3350 kg/m³ et une résistance à l'écrasement à froid supérieure à 50 MPa, qui sont tous

deux vendus par la demanderesse. De tels bétons présentent, en outre, l'avantage d'être thermiquement isolants, ayant une conductivité thermique à 800°C d'environ 4W/m.K. A titre comparatif, les matériaux à base de carbone ou de carbure de silicium ont une conductivité thermique de plus de 15W/m.K.

Avantageusement, les éléments en béton réfractaire moulé sont renforcés par incorporation d'éléments de renforcement, tels que des fibres d'acier inoxydable, dans le béton utilisé. A titre indicatif, on peut incorporer 1 à 3% environ d'éléments de renforcement. Un exemple de fibres d'acier inoxydable de renforcement disponibles dans le commerce sont les fibres ZP 30/40 SS 304 vendues par la Société DRAMIX. L'ajout de fibres de renforcement en acier améliore la résistance à la fragmentation par choc thermique, évitant ainsi le morcellement des pièces. De façon surprenante, des essais ont montré que la résistance à la corrosion par le monoxyde de carbone n'est pas affectée par l'incorporation des fibres d'acier, comme on aurait pu le craindre.

La description qui va suivre faite en se référant au dessin fera bien comprendre l'invention.

Sur le dessin :

Les figures 1 et 2 sont des vues schématiques en coupe et de face, respectivement, d'un entourage de tuyère de haut-fourneau traditionnel.

Les figures 3 et 4 sont des vues schématiques en coupe et de face, respectivement, d'un entourage de tuyère de haut-fourneau selon l'invention.

Les figures 1 et 2 montrent un entourage classique 1 de tuyère 2 d'un haut-fourneau 3 (représenté de façon partielle). Cet entourage, qui est représenté en hachuré sur la figure 1, est formé par l'assemblage d'un grand nombre de claveaux réfractaires céramisés 4 de formes différentes, l'ensemble résultant délimitant une ouverture ou passage 5 adapté au logement de la tuyère tronconique 2 dont l'axe est légèrement incliné vers le bas.

Les figures 3 et 4 montrent un entourage selon l'invention 11. Cet entourage est formé par l'assemblage de quatre éléments préfabriqués 12. Chaque élément 12 est formé d'une partie extérieure 13 en béton réfractaire moulé (représentée en hachuré fin sur la figure 3), solidaire d'un revêtement intérieur 14 délimitant l'ouverture ou passage 5 destiné à recevoir la tuyère 2 du haut-fourneau 3 et constitué par l'assemblage de claveaux réfractaires céramisés 15 de forme et taille identiques, qui présentent une forme en coin dans leurs directions tant verticale que longitudinale. Avantageusement, ces claveaux ne s'étendent que sur une partie de l'épaisseur totale des éléments 12, cette partie incluant la face des éléments tournée vers l'intérieur du four ou réacteur. Ceci est intéressant du point de vue économique car cela permet de réduire la quantité du matériau constituant ces claveaux qui est un matériau onéreux. Une fois les quatre éléments 12 assemblés, les revête-

ments 14 constituent ensemble une couronne intérieure de forme tronconique dont l'axe est légèrement incliné vers le bas et qui est encastrée dans les parties 13 en béton réfractaire des éléments, la face antérieure 16 de cette couronne étant située du côté de l'intérieur 17 du haut-fourneau.

Les éléments 13 sont des éléments composites béton-claveaux céramisés qui présentent un excellent comportement en service. La couronne interne en claveaux réfractaires céramisés (par exemple en corindon et/ou carbure de silicium à liant nitrure ou sialon) présente simultanément une excellente résistance au choc thermique, une faible conductivité thermique, une résistance mécanique très élevée permettant de supporter les contraintes mécaniques statiques s'exerçant sur l'ensemble de l'entourage, ainsi qu'une excellente résistance à l'abrasion et à l'érosion qui permet de freiner l'usure des parties en béton réfractaire qui l'entourent.

Les parties en béton moulé peuvent, de leur côté, être considérées comme jouant le rôle d'un berceau de maintien des claveaux et d'un matériau de remplissage.

Il est à noter que l'assemblage des éléments 12 peut se faire par simple juxtaposition desdits éléments, avec ou sans jointoyage à l'aide d'un ciment ou mortier réfractaire.

Il va de soi que le mode de réalisation décrit n'est qu'un exemple et l'on pourrait le modifier, notamment par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

Revendications

4. Ouvreau ou entourage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les claveaux ne s'étendent que sur une partie de l'épaisseur totale des éléments, cette partie incluant la face des éléments tournée vers l'intérieur du four ou réacteur.
 5. Procédé de fabrication d'un élément d'ouveau ou d'entourage tel que défini à l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les claveaux céramisés sont mis en place dans le moule de l'élément préfabriqué en béton au cours du moulage de celui-ci.
 6. Procédé de fabrication d'un élément d'ouveau ou d'entourage tel que défini à l'une quelconque des revendication 1 à 4, caractérisé en ce qu'on réalise d'abord la partie en béton de l'élément par moulage, puis on solidarise le revêtement de claveaux à ladite partie après démoulage de celle-ci.
1. Ouvreau de brûleur ou entourage de tuyère d'un four ou réacteur vertical constitué par l'assemblage d'au plus quatre éléments préfabriqués (12) en béton réfractaire moulé, caractérisé en ce que chaque élément comprend, en outre, un revêtement (14) constitué de claveaux réfractaires céramisés (15) de forme et dimensions identiques, formant un ensemble composite unitaire avec ledit élément et disposé entre la partie (13) de l'élément en béton réfractaire moulé et l'ouverture (5) destinée à recevoir le brûleur ou la tuyère.
 2. Ouvreau ou entourage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le béton réfractaire comprend un granulat d'alumine et un liant hydraulique.
 3. Ouvreau ou entourage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le claveau réfractaire céramisé est formé de grains de corindon et/ou de carbure de silicium lié par un liant nitrure ou sialon.

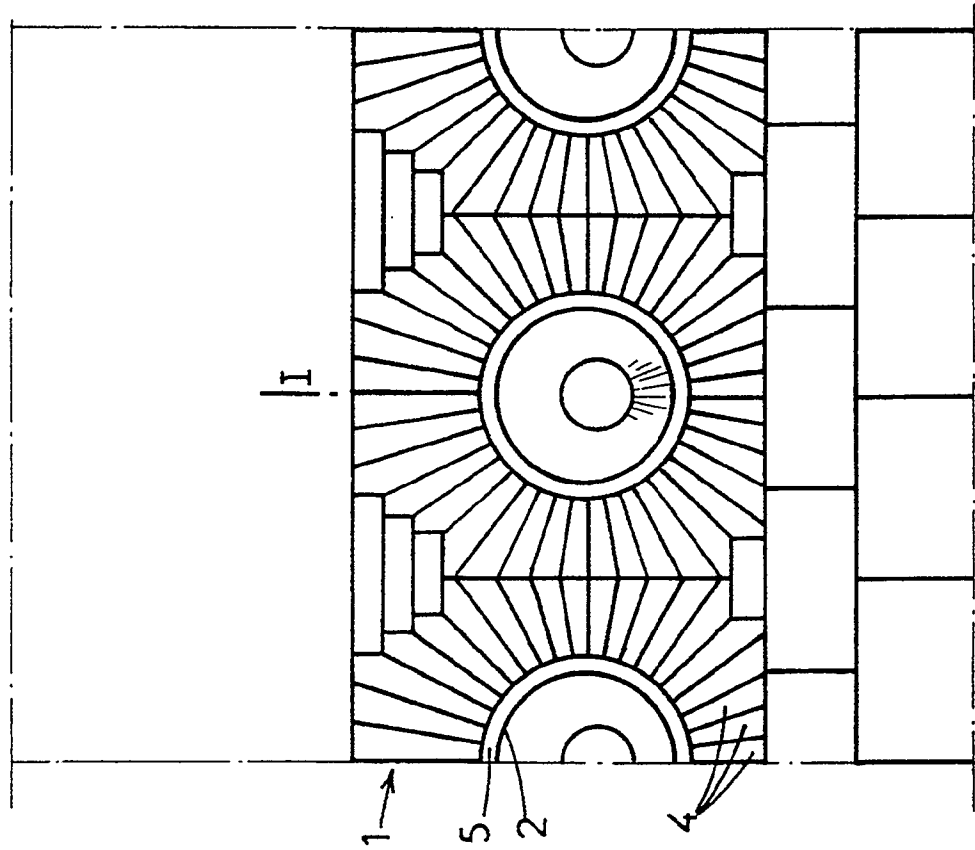


FIG.:2

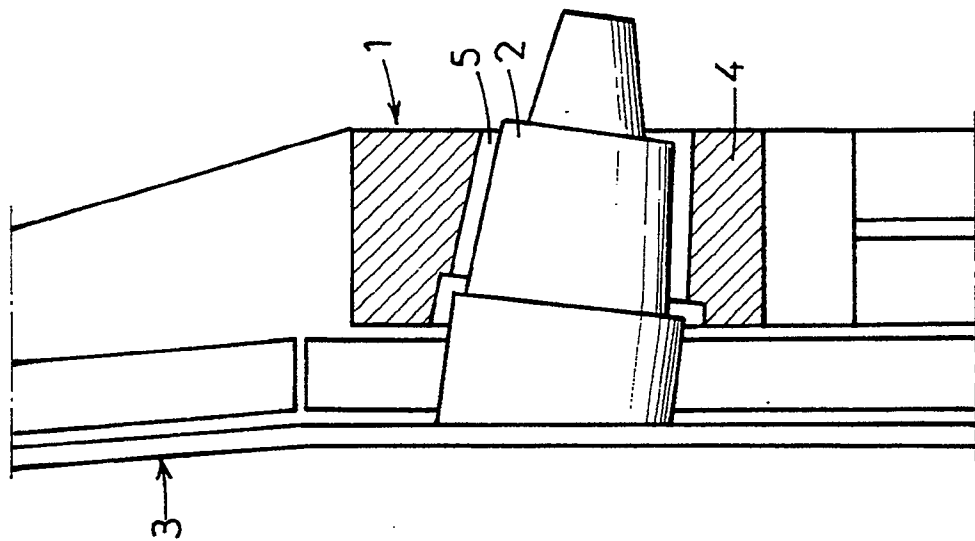
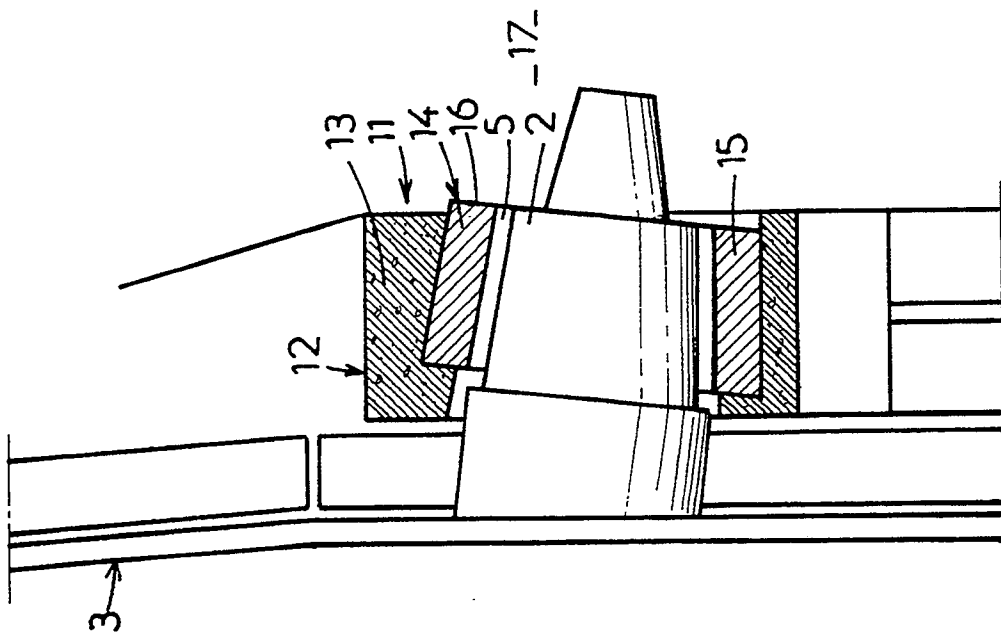
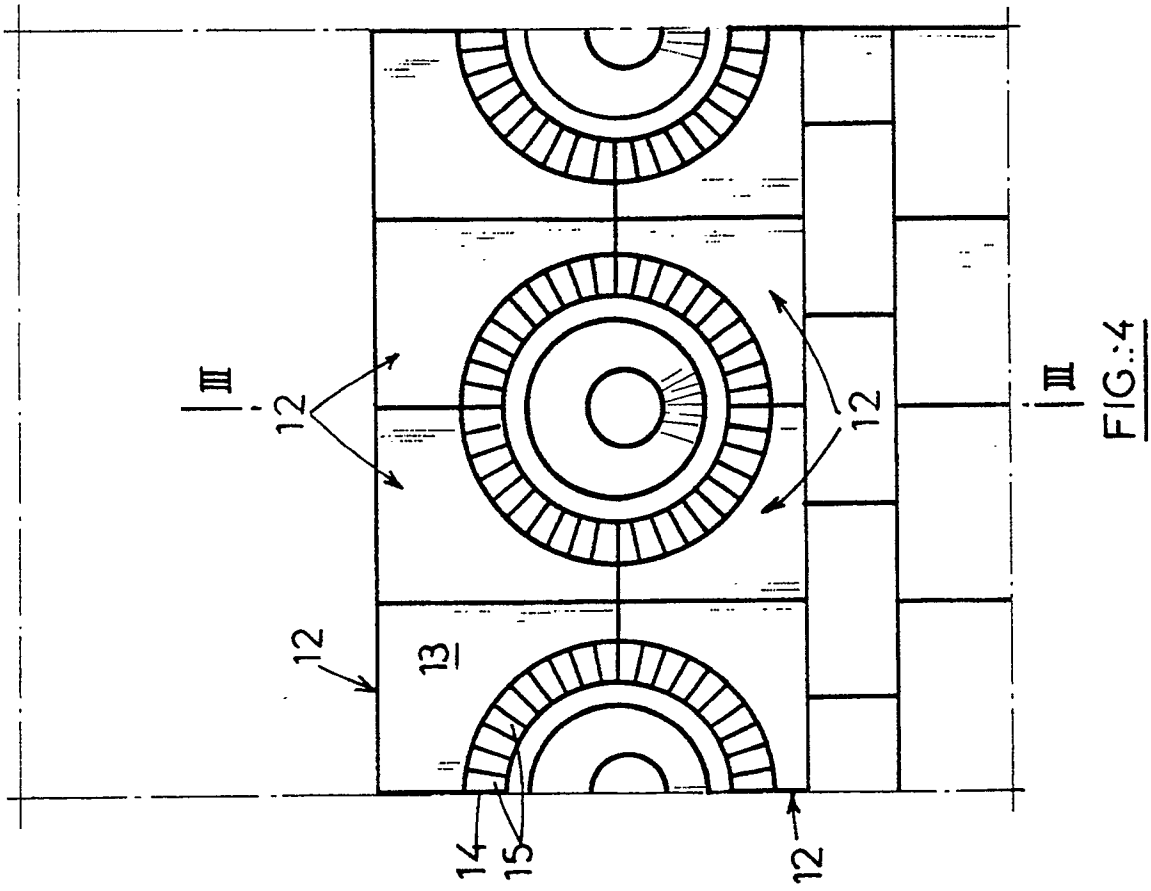


FIG.:1





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0902

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)
Y	US-A-3 589 318 (E.J. SZATKOWSKI) * Figures 2-5; revendications 1-12; colonne 2, lignes 28-74 *	1	C 21 B 7/16 F 27 D 1/06
Y	DE-U-8 910 674 (CARBORUNDUM RESISTANT MATERIALS) * Revendication 1; figure 1 *	1	
A	* Page 2, dernier alinéa; page 3, lignes 1-12 *	5	
A	DE-B-2 854 998 (THYSSEN) * Revendication 1; figures 1,2 *	2	
A	DE-A-3 736 914 (SHIN-ETSU CHEMICAL) * Colonne 18, dernier alinéa; colonne 19, lignes 35-52 *	3	
A	FR-A-1 401 132 (MORGANITE CARBON)		
A	US-A-4 172 107 (K. NAKAMURA)		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 7, no. 53 (C-154)[1198], 3 mars 1983; & JP-A-57 200 506 (TOSHIBA CERAMICS) 08-12-1982		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	GB-A-1 044 760 (CULLINAN REFRACTORIES)		C 21 B F 27 D F 23 M C 04 B F 27 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 01-07-1991	Examineur ELSEN D.B.A.
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)