ROYAUME DE BELGIQUE

SPF ECONOMIE, P.M.E.,

CLASSES MOYENNES & ENERGIE

BREVET D'INVENTION

NUMERO DE PUBLICATION : 1014063A3

NUMERO DE DEPOT : 2001/0190

Classif. Internat. : B22D

Date de délivrance le : 04 Mars 2003

Le Ministre de l'Economie,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 22 Mars 2001 à 24H00 à l 'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES Association sans but lucratif
47 rue Montoyer, B-1000 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Joëlle, OFFICE VAN MALDEREN, BD. DE LA SAUVENIERE 85/043 - B 4000 LIEGE.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET DISPOSITIF POUR COULER EN CONTINU DE L'ACIER PRESENTANT DE S OXYDES FINS.

INVENTEUR(S) : Paul Naveau, Allée des Fauvettes 16, B-4432 Alleur (BE);Philippe Joly, rue J. d'Andrimont 15/41, B-4000 Liège (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 04 Mars 2003
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

2001/0190 A3.

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR COULER EN CONTINU DE L'ACIER PRESENTANT DES OXYDES FINS

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un nouveau dispositif de coulée de l'acier en continu, permettant de générer des oxydes fins, de préférence de titane, lors de la solidification.

[0002] L'invention se rapporte également au procédé mis en œuvre par le dispositif.

Etat de la technique

[0003] La technique de coulée continue d'acier est bien connue. Elle consiste essentiellement à alimenter avec de l'acier en fusion provenant d'un panier répartiteur ou tundish, un moule refroidi en cuivre ou alliage de cuivre, appelé lingotière de coulée continue, cette dernière étant ouverte à son extrémité inférieure, et à en extraire par cette ouverture un lingot continu partiellement solidifié.

[0004] En général, l'acier en fusion est introduit dans la lingotière au moyen d'au moins une busette, c'est-à-dire un élément généralement tubulaire disposé entre le panier répartiteur et la lingotière. L'extrémité inférieure de la busette est pourvue habituellement d'un ou deux orifices de sortie sis dans l'axe de la busette ou latéralement, et débouche sous le niveau supérieur d'acier liquide présent dans la lingotière.

[0005] On connaît également des busettes destinées à obtenir un meilleur refroidissement de l'acier liquide surchauffé en provenance du panier répartiteur. Le but est d'obtenir de l'acier pâteux à l'entrée de la lingotière. Ces busettes peuvent présenter notamment un échangeur de chaleur constitué d'un tube en cuivre refroidi à eau ou encore un déflecteur ou dôme. Celui-ci a pour rôle de forcer l'acier surchauffé à ruisseler en une couche mince le long des parois de la busette et d'augmenter notablement la surface d'échange thermique. Cette technique porte le nom de coulée en jet creux.

[0006] En outre, on effectue souvent une injection de gaz inerte, tel que l'argon, au niveau de l'entrée de l'acier en fusion dans la busette en vue d'éviter l'oxydation de l'acier et de prévenir le bouchage accidentel, notamment par agglomération d'alumine. La technique de coulée en jet creux permet notamment de réduire le risque de bouchage de l'alimentation en gaz, par rapport au cas où l'orifice d'admission de celui-ci est directement en contact avec l'acier liquide introduit dans la busette. Ainsi, il est connu d'injecter le gaz inerte, tel que l'argon par exemple, à l'intérieur du jet creux. On peut également injecter dans le jet creux une certaine quantité de matière finement divisée, en utilisant comme vecteur un gaz non oxydant en légère surpression par rapport à la pression atmosphérique, afin d'empêcher toute entrée d'air. Cette matière est par exemple un métal d'alliage ou une céramique. Le but est d'obtenir, selon le cas, un alliage métallique ou un composite.

[0007] D'autre part, la génération d'oxydes fins dans la masse est un moyen très approprié de produire des microstructures et phases adéquates pendant les traitements thermomécaniques, afin d'acquérir des propriétés finales optimisées de l'acier. Selon le document US-A-4 629 504, la

présence d'oxydes fins dans le produit permet d'améliorer les propriétés mécaniques de celui-ci. A cet égard, les oxydes de titane sont reconnus comme particulièrement efficaces.

[0008] Il est connu de traiter en poche et/ou au niveau du panier répartiteur l'acier coulé pour y produire des oxydes métalliques, par exemple en y injectant des éléments tels que le titane et/ou le ferrotitane, par une lance ou des trémies. Ce procédé présente les inconvénients suivants :

- le temps mis entre l'écoulement du métal traité hors de la poche et sa solidification dans la lingotière a pour conséquence néfaste d'influencer la taille des oxydes. En effet, ceux-ci forment dans ces conditions des gros agglomérats, ce qui contraire aux desiderata ;
- le rendement d'addition est plus faible vu qu'il peut y avoir oxydation à l'air libre de l'élément d'addition et/ou décantation des oxydes formés dans la scorie ;
- il est difficile de respecter une consigne précise quant à la quantité d'oxyde en volume.

[0009] D'autres techniques consistent à travailler directement au niveau de la lingotière. Il est connu de produire ou créer ces oxydes dans la lingotière en y introduisant un ou plusieurs éléments qui y réagissent avec l'acier coulé, lesdits éléments se présentant par exemple sous forme de fil. L'introduction de particules solides dans la lingotière présente l'inconvénient que celles-ci s'oxydent à l'air libre avant toute incorporation intime dans l'acier.

[0010] En outre, vu les vitesses faibles de mouvement de l'acier dans la lingotière, il s'opère une mauvaise homogénéisation, ce qui implique donc une

distribution non homogène de l'oxyde formé et ce qui influence négativement le rendement global de l'opération.

Buts de l'invention

[0011] La présente invention vise à développer une technique de coulée capable de générer des oxydes fins, en particulier des particules fines d'oxyde de titane, lors de la solidification d'aciers, notamment ceux à haute résistance (par exemple avec une limite d'élasticité > 500 MPa).

[0012] Un but complémentaire de l'invention est de définir un procédé approprié de métallurgie de poche pour produire un acier liquide de caractéristiques requises (activité d'oxygène, propreté, etc.) en vue de générer dans la busette et la lingotière lesdites particules possédant les propriétés désirées.

[0013] Un autre but de l'invention est de pouvoir obtenir des particules non-métalliques dans les produits coulés, dont la nature, la taille, la quantité et la distribution sont caractéristiques.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0014] La présente invention concerne un procédé de coulée continue d'acier, dans lequel on coule ledit acier en un jet creux, au sein d'une busette comprenant un organe répartiteur interne à la busette et présentant un dôme, entre un panier répartiteur et une lingotière, caractérisé par les étapes suivantes :

- on coule un acier présentant un taux d'oxygène (O_2) dissous donné à partir du panier répartiteur vers la lingotière ;

- on injecte une matière métallique (M) finement divisée ou en poudre dans une zone d'injection correspondant au volume intérieur dudit jet creux ;
- on contrôle avec précision le rapport M/O_2 entre le métal injecté et ledit oxygène dissous ;
- on mélange ladite matière métallique finement divisée ou en poudre avec l'acier, à la fin de ladite zone dans la busette ou à la zone de jonction de la busette avec la lingotière, de manière à former des oxydes métalliques fins répartis uniformément dans la masse d'acier de la lingotière.

[0015] De préférence, ledit acier est un acier à haute limite d'élasticité, de préférence encore un acier présentant une limite d'élasticité supérieure à 500 MPa.

[0016] Avantageusement, on régule la température de l'acier liquide s'écoulant par ladite busette.

[0017] Selon une autre caractéristique de l'invention, ladite matière métallique finement divisée ou en poudre comprend de l'aluminium, du manganèse, du titane, du ferroaluminium, du ferromanganèse ou du ferrotitane, les oxydes de titane formés étant de préférence TiO et/ou Ti_2O_3.

[0018] De manière encore avantageuse, lesdits oxydes fins forment des inclusions dont la taille est inférieure à 2 µm, la taille desdites inclusions étant encore de préférence comprise entre 0,2 et 1,5 µm, pour plus de 90% des oxydes formés.

[0019] Avantageusement, après mélange intime de ladite matière métallique avec l'acier de la lingotière, ledit acier est totalement calmé.

[0020] De manière particulièrement avantageuse, ladite matière métallique finement divisée ou en poudre injectée sous le dôme, dont la granulométrie est de

préférence inférieure à 1000 µm, est en suspension dans un gaz non oxydant.

[0021] Un autre aspect de la présente invention concerne une busette de coulée continue, destinée à mettre en œuvre le procédé de l'invention, pour l'écoulement d'acier liquide à partir d'un panier répartiteur dans une lingotière ; ladite busette comprenant principalement, si elle est décrite en position verticale et considérée dans le sens de progression de l'acier liquide de haut en bas, un conduit vertical, terminé par une base supérieure présentant un orifice d'entrée de l'acier liquide à partir du panier répartiteur et une base inférieure présentant au moins un orifice de sortie ; ledit conduit comprenant dans sa partie supérieure un organe répartiteur disposé sensiblement à l'entrée dudit conduit vertical et comprenant un déflecteur ou dôme permettant de dévier le métal entrant vers les parois latérales de la busette ; ladite busette comprenant également des moyens d'injection de matière métallique solide finement divisée ou en poudre sous ledit dôme dans une zone d'injection.

[0022] L'invention a également pour objet de proposer une installation de coulée continue d'acier, de préférence sous forme de produits longs ou plats, comprenant un panier répartiteur muni d'un orifice de sortie et d'un dispositif régulateur de débit, d'une lingotière et d'une busette permettant la coulée d'un acier dans la lingotière présentant des oxydes métalliques fins répartis uniformément dans la masse d'acier.

Brève description des figures

[0023] La figure 1 représente schématiquement, par une vue en élévation, une installation de coulée continue

d'acier, utilisant une busette spécifique de la présente invention.

Description d'une forme d'exécution préférée de l'invention

[0024] La figure 1 montre un dispositif de coulée selon une modalité particulière de l'invention, monté entre une lingotière de coulée continue 1 et une poche de coulée ou un panier répartiteur de coulée 2 comportant un conduit de sortie 3. Le conduit de sortie 3 est muni d'un régulateur de débit, tel qu'une quenouille 4 ou un tiroir coulissant. Une busette 5, ayant essentiellement la forme d'un cylindre, éventuellement de section ovale, fixée au panier répartiteur, est sise au-dessus de la lingotière 1 et y plonge. La base supérieure du cylindre est en contact avec le conduit 3. Cette base est pourvue d'un orifice correspondant à l'orifice intérieur du conduit. La busette 5 comporte à sa partie inférieure au moins une ouïe de communication 8 permettant le passage de l'acier vers la lingotière. Dans la partie supérieure de la busette 5 est disposé un organe répartiteur en forme de dôme 6, dont la surface supérieure est en légère pente, de préférence supérieure à 10°, par rapport à l'horizontale. Un dispositif d'injection est disposé de manière à introduire sous le dôme 6 des particules solides finement divisées ou en poudre, en utilisant un gaz non oxydant comme vecteur. Dans une modalité particulière de l'invention, ce dispositif comprend un flux entrant d'argon 7 et son dispositif de mesure de flux 9 et de pression 10, un conteneur de poudre ou particules finement divisées 11 et son dispositif de mesure de poids 12, et enfin une conduite d'alimentation dans la busette 13, ainsi qu'un injecteur 14.

[0025] Cette installation est connue en soi. Le principe à la base de l'invention est d'injecter

directement dans la busette des particules alliantes qui vont réagir avec l'oxygène présent dans l'acier pour former des oxydes métalliques MO_x (x = entier, M = métal), in situ, au niveau de la lingotière 1. Les particules injectées sont de préférence du ferro-titane FeTi sous forme de poudre. On peut également utiliser des particules d'aluminium, de manganèse, zirconium, etc.

[0026] La composition de l'acier de base et l'activité de l'oxygène sont choisis en fonction de la quantité d'oxydes que l'on souhaite obtenir au final dans la lingotière, ainsi qu'en fonction des propriétés mécaniques finales du produit. En particulier, l'acier n'est pas ou peu calmé au niveau du panier répartiteur, avant l'injection des particules métalliques dans la busette, afin de garantir une activité suffisante en oxygène.

[0027] Les exigences de propreté de l'acier liquide sont également déterminées pour l'obtention de la composition d'oxyde souhaitée dans les produits finaux.

[0028] La dissolution des particules métalliques injectées, en particulier le ferro-titane, se fait lors de l'entrée en contact de celles-ci avec l'acier liquide, principalement en fin de busette et en début de lingotière. Il en résulte une oxydation des éléments libérés, principalement une formation d'oxydes.

[0029] Le procédé selon l'invention permet d'obtenir dans le produit coulé la présence d'oxydes fins bien répartis et formant des inclusions dont la taille typique est le micron (entre 0,2 et 1,5 µm). Les oxydes de titane obtenus sont TiO et Ti_2O_3.

[0030] Les avantages du procédé de l'invention sont les suivants :

- les particules d'oxyde métallique sont réparties de manière homogène dans le produit coulé et y sont finement dispersées ;
- le rapport d'injection M/O_2 est déterminé avec précision, ce qui permet de calmer exactement le produit en lingotière (tout l'oxygène présent dans l'acier est fixé) ;
- les particules métalliques réagissent directement par contact intime avec l'acier liquide, sous atmosphère réductrice. Cette réaction est donc très efficace ;
- les particules métalliques peuvent, de manière similaire, réagir avec tout autre élément oxydant présent dans la coulée, ce qui permet éventuellement de modifier la composition de l'acier ;
- ce procédé est bon marché du fait qu'il est applicable dans toute installation de coulée continue présentant une busette à dôme.

REVENDICATIONS

1. Procédé de coulée continue d'acier, dans lequel on coule ledit acier en un jet creux, au sein d'une busette (5) comprenant un organe répartiteur interne à la busette et présentant un dôme (6), entre un panier répartiteur (2) et une lingotière (1), caractérisé par les étapes suivantes :

- on coule un acier présentant un taux d'oxygène (O_2) dissous donné à partir du panier répartiteur (2) vers la lingotière (1) ;
- on injecte une matière métallique (M) finement divisée ou en poudre dans une zone d'injection (15) correspondant au volume intérieur dudit jet creux ;
- on contrôle avec précision le rapport M/O_2 entre le métal injecté et ledit oxygène dissous ;
- on mélange ladite matière métallique finement divisée ou en poudre avec l'acier, à la fin de ladite zone (15) dans la busette (5) ou à la zone de jonction de la busette (5) avec la lingotière (1), de manière à former des oxydes métalliques fins répartis uniformément dans la masse d'acier de la lingotière (1).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit acier est un acier à haute limite d'élasticité.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le limite d'élasticité dudit acier est supérieure à 500 MPa.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on régule la température de l'acier liquide s'écoulant par ladite busette (5).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite

matière métallique finement divisée ou en poudre comprend de l'aluminium, du manganèse, du titane, du ferroaluminium, du ferromanganèse ou du ferrotitane.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on injecte du Ti ou du Fe-Ti et en ce que les oxydes de titane formés sont TiO et/ou Ti_2O_3.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits oxydes fins forment des inclusions dont la taille est inférieure à 2 µm, pour plus de 90% des oxydes formés.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits oxydes fins forment des inclusions dont la taille est comprise entre 0,2 et 1,5 µm, pour plus de 90% des oxydes formés.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'après mélange intime de ladite matière métallique avec l'acier de la lingotière, ledit acier est totalement calmé.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite matière métallique injectée sous le dôme (6) est en suspension dans un gaz non oxydant.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite matière métallique finement divisée ou en poudre présente une granulométrie inférieure à 1000 µm.

12. Busette de coulée continue (5), pour l'écoulement d'acier liquide à partir d'un panier répartiteur (2) dans une lingotière (1) ; ladite busette comprenant principalement, si elle est décrite en position verticale et considérée dans le sens de progression de l'acier liquide de haut en bas, un conduit vertical (5),

terminé par une base supérieure présentant un orifice d'entrée de l'acier liquide à partir du panier répartiteur (2) et une base inférieure présentant au moins un orifice de sortie (8) ; ledit conduit (5) comprenant dans sa partie supérieure un organe répartiteur disposé sensiblement à l'entrée dudit conduit vertical (5) et comprenant un déflecteur ou dôme (6) permettant de dévier le métal entrant vers les parois latérales de la busette ; ladite busette comprenant également des moyens d'injection de matière métallique solide finement divisée ou en poudre sous ledit dôme (6) dans une zone d'injection (15) ; caractérisée en ce que ladite busette est destinée à la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

13. Installation de coulée continue d'acier, de préférence sous forme de produits longs ou plats, comprenant un panier répartiteur muni d'un orifice de sortie et d'un dispositif régulateur de débit, d'une lingotière et d'une busette selon la revendication 12, ladite busette permettant la coulée d'un acier dans la lingotière présentant des oxydes métalliques fins répartis uniformément dans la masse d'acier.

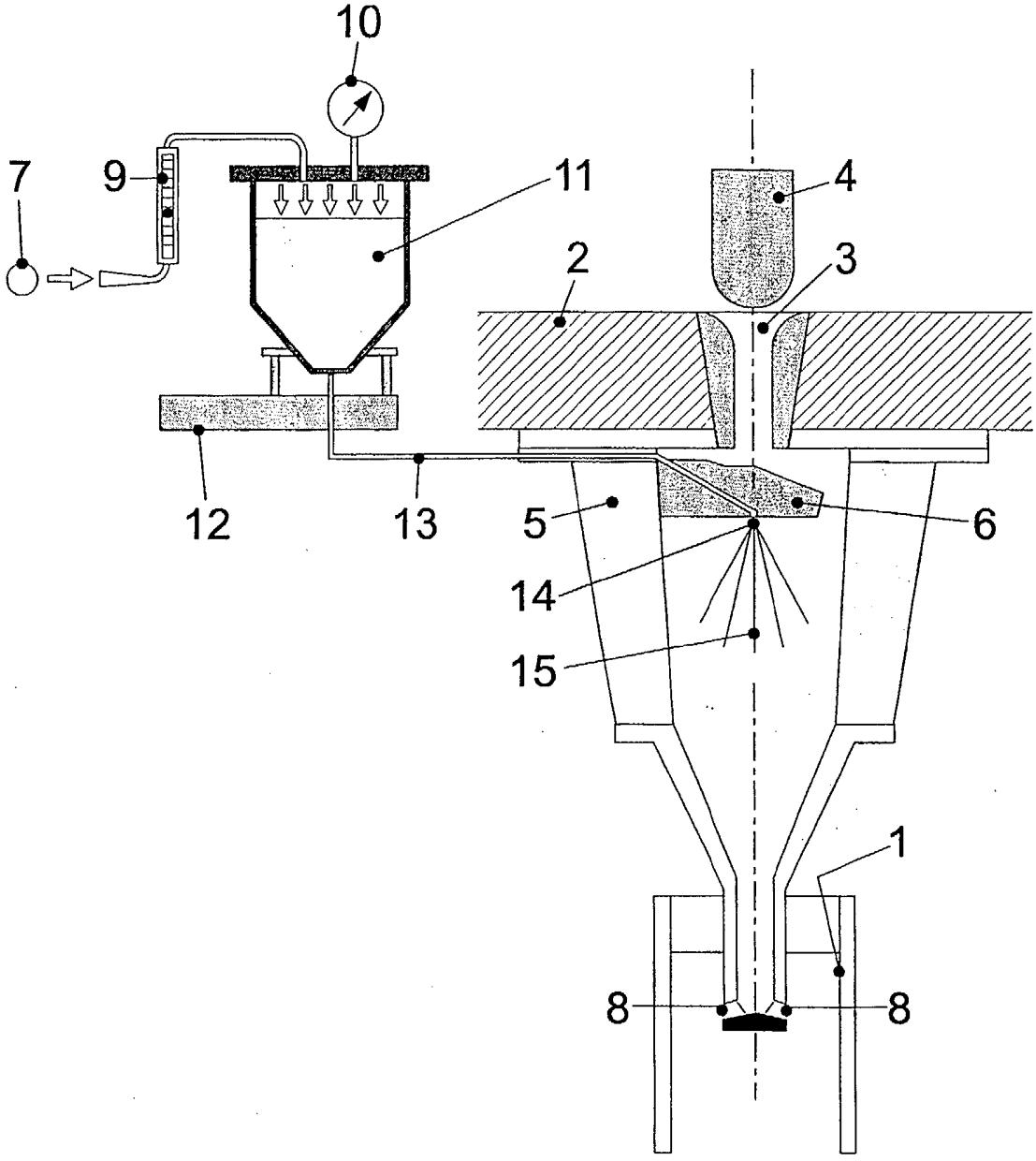


FIG. 1

Numero de la demande nationale

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

BO 8190
BE 200100190

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.7)
X	EP 0 269 180 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 1 juin 1988 (1988-06-01) * colonne 4, ligne 27 - colonne 5, ligne 4; figures 4,5 *	12,13	B22D11/108
A	EP 0 605 379 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 6 juillet 1994 (1994-07-06) * colonne 1, ligne 33 - colonne 2, ligne 38 *	1,4,12, 13	
A	GB 1 131 025 A (BENTELER GEB PADERWERK) 16 octobre 1968 (1968-10-16) * revendications 1-4; figure 2 *	1,5,9	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
B22D C21C

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
18 décembre 2001	Mailliard, A

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.

BO 8190
BE 200100190

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-12-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0269180 A	01-06-1988	LU 86688 A1	13-06-1988
		LU 86739 A7	23-08-1988
		AT 71004 T	15-01-1992
		DE 3775722 D1	13-02-1992
		EP 0269180 A2	01-06-1988
		ES 2029268 T3	01-08-1992
		JP 2103927 C	06-11-1996
		JP 8015638 B	21-02-1996
		JP 63199056 A	17-08-1988
		US 4874471 A	17-10-1989
EP 0605379 A	06-07-1994	BE 1006567 A6	18-10-1994
		DE 69312037 D1	14-08-1997
		DE 69312037 T2	12-02-1998
		EP 0605379 A1	06-07-1994
GB 1131025 A	16-10-1968	BE 674953 A	03-05-1966
		CH 433609 A	15-04-1967
		DE 1483619 A1	08-01-1970
		LU 50186 A	03-03-1966
		SE 321549 B	09-03-1970