



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 707 475 A1

(51) Int. Cl.: B22F 3/22 (2006.01)
B22C 7/02 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00202/13

(22) Date de dépôt: 17.01.2013

(43) Demande publiée: 31.07.2014

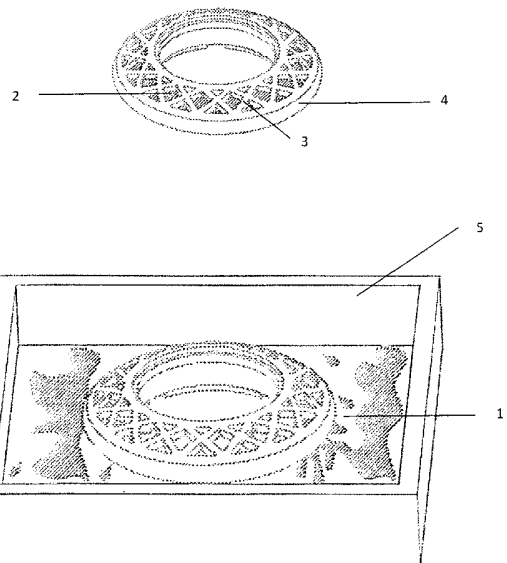
(71) Requérant:
TIH SA Technique et Innovation Horlogère,
Chemin de Bézaley 49
1247 Anières (CH)

(72) Inventeur(s):
Kin Fuk Cangi Yeung, New Territories (HK)

(74) Mandataire:
Griffes Consulting SA, 81 route de Florissant
1206 Genève (CH)

(54) **Procédé de fabrication d'un objet d'une forme choisie en matière céramique ou réfractaire.**

(57) Le procédé de fabrication d'un objet (1) d'une forme choisie en matière céramique ou réfractaire (4) comprend les étapes de formation d'un moule temporaire en une matière temporaire (2) susceptible d'être enlevée par traitement thermique bien en dessous du point de fusion de la matière céramique ou réfractaire (4), ce moule temporaire (2) ayant la forme d'une enveloppe de l'objet (1) à fabriquer; formation dans cette matière temporaire (2) du moule temporaire (2) de forme creuse destinée à former l'objet (1) de forme choisie en matière céramique (1); placement du moule temporaire (2) dans un moule à injection qui entoure le moule temporaire (2); remplissage de ladite forme creuse d'une poudre submicronique de la matière céramique ou réfractaire (4) par injection sous pression de la poudre; traitement thermique pour enlever ladite matière temporaire (2) suivi d'un traitement thermique optionnel pour stabiliser la poudre en un corps; frittage à haute température en dessous de la température de fusion de la matière céramique ou réfractaire (4) pour former l'objet (1) en matière céramique ou réfractaire (4); et refroidissement contrôlé de l'objet (1) en matière céramique ou réfractaire (4).



Description

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un objet d'une forme choisie en matière céramique et/ou autres matériaux réfractaires en poudre.

[0002] Il est déjà connu de l'état de la technique des procédés de fabrications de pièces céramiques par mélange d'une poudre céramique ou une poudre métallique.

[0003] Les objets en céramique possèdent généralement une grande résistance mécanique, une densité élevée, une forte dureté et une résistance élevée à l'usure. EP 0 125 912 décrit un procédé de fabrication d'un rotor en céramique. Le principal inconvénient de ce procédé est qu'il ne permet pas de produire des pièces en céramiques avec des bêtes ajourées tridimensionnelles.

[0004] Le but de la présente invention est de fabriquer des objets en matière céramique ou autres matériaux réfractaires notamment avec des bêtes ajourées tridimensionnelles.

[0005] Conformément à l'invention, le procédé de fabrication d'un objet d'une forme choisie en matière céramique ou réfractaire comprend les étapes de:

- Formation d'un moule temporaire en une matière temporaire susceptible d'être enlevée par traitement thermique bien en dessous du point de fusion de la matière céramique ou réfractaire, ce moule temporaire ayant la forme d'un noyau de l'objet à fabriquer;
- Formation dans cette matière du moule temporaire de forme creuse destinée à former l'objet de forme choisie en matière céramique ou réfractaire;
- Placement du moule temporaire dans un moule à injection qui entoure le moule temporaire;
- Remplissage de ladite forme creuse d'une poudre submicronique de la matière céramique ou réfractaire par injection sous pression de la poudre;
- Traitement thermique pour enlever ladite matière temporaire suivi d'un traitement thermique optionnel pour stabiliser la poudre en un corps;
- Frittage à haute température en dessous de la température de fusion de la matière céramique ou réfractaire pour former l'objet en matière céramique ou réfractaire; et
- Refroidissement contrôlé de l'objet en matière céramique ou réfractaire.

[0006] Dans la première étape, une matière temporaire susceptible d'être enlevée par traitement thermique, par exemple la cire, est injectée à une température à laquelle cette matière est liquide, par exemple comprise entre 200 et 500°C.

[0007] La formation des formes creuses, qui peuvent être des creuses entretoisées ou des cannelures se fait soit par impression des canaux soit par enlèvement de la matière.

[0008] L'injection de la matière temporaire est suivie d'un temps de refroidissement d'au moins 30 minutes.

[0009] Après l'opération de refroidissement, la poudre de la matière céramique ou réfractaire est injectée sous une pression supérieure à 10 tonnes.

[0010] L'enlèvement de la matière temporaire se fait sous une température supérieure à 100°C et pendant une durée d'au moins 1 heure.

[0011] Le refroidissement de l'objet à l'issue de l'opération d'enlèvement de la matière temporaire dure au moins 20 minutes.

[0012] L'opération de frittage dure typiquement entre 20–30 heures à une température de frittage d'environ 1400 à 1600°C. Le refroidissement de l'objet à l'issue de l'opération de frittage dure aussi typiquement au moins 4 heures et le volume de l'objet est réduit par exemple de 5 à 15 % mais au maximum de 25 %.

[0013] La matière céramique ou réfractaire comporte au moins un oxyde, un carbure, un borure, un nitrure, un siliciure ou un oxycomposé, typiquement comportant l'un ou plus des métaux réfractaires suivants, par exemple le niobium, le molybdène, le tantale, le zirconium, le tungstène, le titane, l'yttrium ou le cermet, du carbone et comportant optionnellement au plus 5% par poids d'au moins un autre élément par exemple l'aluminium, le magnésium ou le silicium.

[0014] Par exemple, la matière céramique ou réfractaire comporte au moins un oxyde, notamment de l'oxyde de zirconium et selon une exécution, est composée d'au moins 80% par poids d'oxyde de zirconium, de 0.5 à 20% par poids d'oxyde d'yttrium et au plus de 5% par poids d'autres composés.

[0015] L'objet en matière céramique ou réfractaire peut par exemple être sous forme de bêtes ajourées tridimensionnelle, annulaire, rectangulaire ou elliptique comme une lunette de montre, bagues de joaillerie etc.

[0016] Les caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de plusieurs formes d'exécutions données uniquement à titre d'exemple, nullement limitative en se référant aux figures schématiques, dans lesquelles:

La fig. 1 représente une vue en perspective d'un insert de cire pour la fabrication d'un objet par exemple une lunette de montre en céramique à base de zirconium;

- La fig. 2 représente une vue en perspective de la lunette de montre en céramique à base de zirconium avant l'opération de déliantage;
- La fig. 3 représente la lunette de montre en céramique à base de zirconium en cours de chauffage par induction; et
- La fig. 4 représente la lunette de montre en céramique à base de zirconium prête à être montée sur une pièce d'horlogerie.

[0017] Dans la forme d'exécution décrite, la matière céramique 4 est une céramique composée d'au moins 80% d'oxyde de Zirconium, de 0.5 à 20% d'oxyde d'yttrium et au plus de 5% d'autres composés entre autres oxyde d'Aluminium, oxyde de Magnésium, oxyde de Silicium, etc. Les autres composés servent notamment à la coloration de la matière céramique 4.

[0018] Dans une forme d'exécution, le procédé de fabrication d'une lunette de montre 1 en matière céramique 4 à base de zirconium comprend les étapes de:

- Formation d'un moule temporaire en cire 2, matière susceptible d'être enlevée par traitement thermique bien en dessous du point de fusion de la matière céramique 4 à base de zirconium, ce moule temporaire 2 ayant la forme d'un noyau de la lunette de montre 1 à fabriquer;
- Formation en cire du moule temporaire 2 de forme creuse destiné à former la lunette de montre 1 en matière céramique 4;
- Formation des canaux 3, cannelures ou creusures, dans la matière temporaire, ces canaux 3, définissant la forme finale de l'objet à créer;
- Placement du moule temporaire 2 dans un moule à injection qui entoure le moule temporaire 2;
- Remplissage de ladite forme creuse 3 d'une poudre submicronique de la matière céramique 4 à base de Zirconium par injection sous pression de la poudre;
- Traitement thermique pour enlever la cire 2 suivi d'un traitement thermique optionnel pour stabiliser la poudre en un corps;
- Frittage à haute température en dessous de la température de fusion de la matière céramique 4 à base de zirconium pour former la lunette de montre 1 en matière céramique 4 à base de zirconium; et
- Refroidissement contrôlé de la lunette de montre 1 en matière céramique 4 à base de zirconium.

[0019] Dans la première étape, nous injectons dans un moule indépendant, un insert de forme en cire 2 qui correspond au volume de l'intérieur de la future lunette de montre 1 injectée (fig. 1). La cire 2 est injectée à une température comprise entre 200 et 500°C. L'injection de la cire 2 est suivie d'un temps de refroidissement usuellement d'au moins 30 minutes, ce temps dépendant du volume de la lunette de montre 1 ou autre objet 1.

[0020] Ensuite on creuse des canaux 3 dans la cire 2, ces cannelures ou canaux 3 correspondant à la forme finale de l'objet 1 à créer notamment avec des bâtes ajourées tridimensionnelles.

[0021] Après l'opération de refroidissement et formation de cannelure dans la cire 2, l'insert temporaire en cire 2 est placé dans un moule d'injection de forme et la matière céramique 4 à base de zirconium, sous forme de poudre, de préférence submicronique, est injectée sous haute pression, supérieure à 10 tonnes. Le fait de placer l'insert en cire 2 dans le moule, permet de diriger les flux injectés sous haute pression directement dans les canaux 3 choisis lors de la conception du moule. Les ébauches de lunettes de montre 1 sont alors sorties du moule avec une très grande attention, car elles sont friables après déliantage (fig. 2).

[0022] Comme illustré dans la fig. 3, les ébauches de lunettes de montre 1 sont ensuite placées dans un four à induction 5, et l'enlèvement de la cire 2 se fait sous une température supérieure à 100°C pendant une durée d'au moins 1 heure.

[0023] Le refroidissement de la lunette de montre 1 ou autre objet à l'issue de l'opération d'enlèvement de la matière temporaire 2 dure typiquement au moins 20 minutes.

[0024] L'opération de frittage est exécutée dans un four de frittage, par palier de température jusqu'à la température de frittage d'environ 1400 à 1600°C, et dure au moins 20 heures. Le temps de refroidissement de la lunette de montre 1 à l'issue de l'opération de frittage dure au moins 4 heures et le volume de la lunette de montre 1 est réduit d'environ 5 à 15% (fig. 4).

[0025] Conformément à la présente invention, le procédé permet de réaliser toutes les formes géométriques tridimensionnelles, évidées, jamais obtenues pour des objets en matière céramique 4 par la technique de moulage par injection. Les objets 1 pourront être utilisés par exemple dans la haute joaillerie, la micromécanique, le secteur biomédical, l'horlogerie ou tout autre domaine nécessitant des pièces en matière céramique ou réfractaire 4.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un objet (1) d'une forme choisie en matière céramique ou réfractaire (4) comprenant les étapes de:

- Formation d'un moule temporaire en une matière temporaire (2) susceptible d'être enlevée par traitement thermique bien en dessous du point de fusion de la matière céramique ou réfractaire (4), ce moule temporaire (2) ayant la forme d'une enveloppe de l'objet (1) à fabriquer;
 - Formation dans cette matière temporaire (2) du moule temporaire (2) de forme creuse destinée à former l'objet (1) de forme choisie en matière céramique (1) ;
 - Placement du moule temporaire (2) dans un moule à injection qui entoure le moule temporaire (2);
 - Remplissage de ladite forme creuse d'une poudre submicronique de la matière céramique ou réfractaire (4) par injection sous pression de la poudre;
 - Traitement thermique pour enlever ladite matière temporaire (2) suivi d'un traitement thermique optionnel pour stabiliser la poudre en un corps;
 - Frittage à haute température en dessous de la température de fusion de la matière céramique ou réfractaire (4) pour former l'objet (1) en matière céramique ou réfractaire(4); et
 - Refroidissement contrôlé de l'objet (1) en matière céramique ou réfractaire (4).
2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière temporaire (2) est injectée à une température comprise entre 200 et 500°C.
 3. Procédé de fabrication selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'injection de la matière temporaire (2) est suivie d'un temps de refroidissement entre 2–4 heures.
 4. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la poudre de la matière céramique ou réfractaire (4) est injectée sous une pression supérieure à 10 tonnes.
 5. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de ladite matière temporaire (2) se fait dans un four (5) sous une température de moins de 500°C et pendant une durée d'au moins 1 heure.
 6. Procédé de fabrication selon la revendication 5, caractérisé en ce que le refroidissement de l'objet (1) à l'issue de l'opération d'enlèvement de la matière temporaire (2) dure au moins 20 minutes.
 7. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'opération de frittage dure au moins 1 heure.
 8. Procédé de fabrication selon la revendication 7, caractérisé en ce que le refroidissement de l'objet (1) à l'issue de l'opération de frittage dure au moins 30 minutes.
 9. Procédé de fabrication selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'à l'issue de l'opération de frittage, le volume de l'objet (1) est réduit au plus de 25%.
 10. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la matière céramique ou réfractaire (4) comporte au moins un oxyde, un carbure, un borure, un nitrure, un siliciure ou un oxycomposé, typiquement comportant l'un ou plus des métaux réfractaires suivants, par exemple le niobium, le molybdène, le tantale, le zirconium, le tungstène, le titane, l'yttrium ou le cermet, du carbone et comportant optionnellement au plus 5% par poids d'au moins un autre élément par exemple l'aluminium, le magnésium ou le silicium.
 11. Procédé de fabrication selon la revendication 10, dans lequel la matière céramique ou réfractaire (4) comporte au moins un oxyde.
 12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, dans lequel la matière céramique ou réfractaire (4) comporte de l'oxyde de zirconium.
 13. Procédé de fabrication selon la revendication 12, dans lequel la matière céramique ou réfractaire (4) est composée d'au moins 80% par poids d'oxyde de Zirconium, de 0.5 à 20% par poids d'oxyde d'yttrium et au plus de 5% par poids d'autres composés.
 14. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'objet (1) en matière céramique ou réfractaire (4) est sous forme d'une bête ajourée tridimensionnelle.
 15. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'objet (1) en matière céramique ou réfractaire (4) est annulaire.
 16. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'objet (1) en matière céramique ou réfractaire (4) est une lunette de montre ou bague de bijouterie.

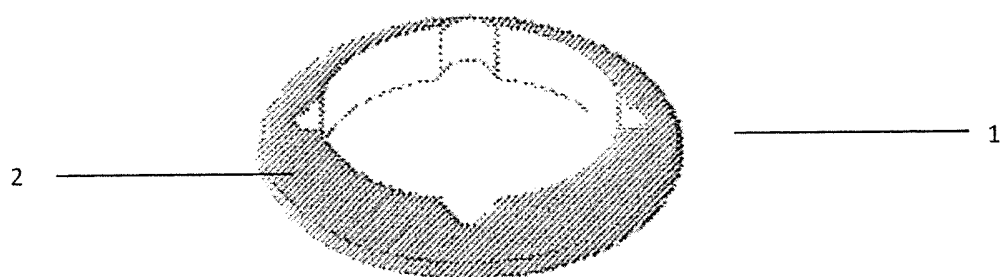


Fig. 1

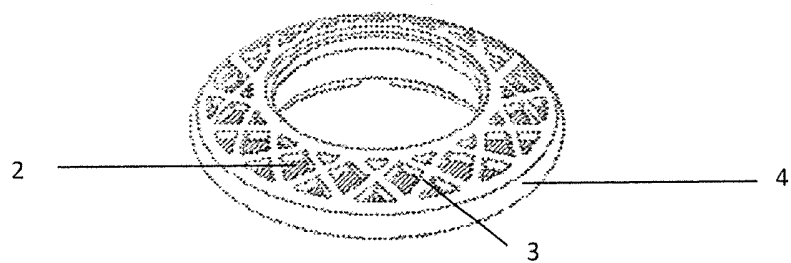


Fig. 2

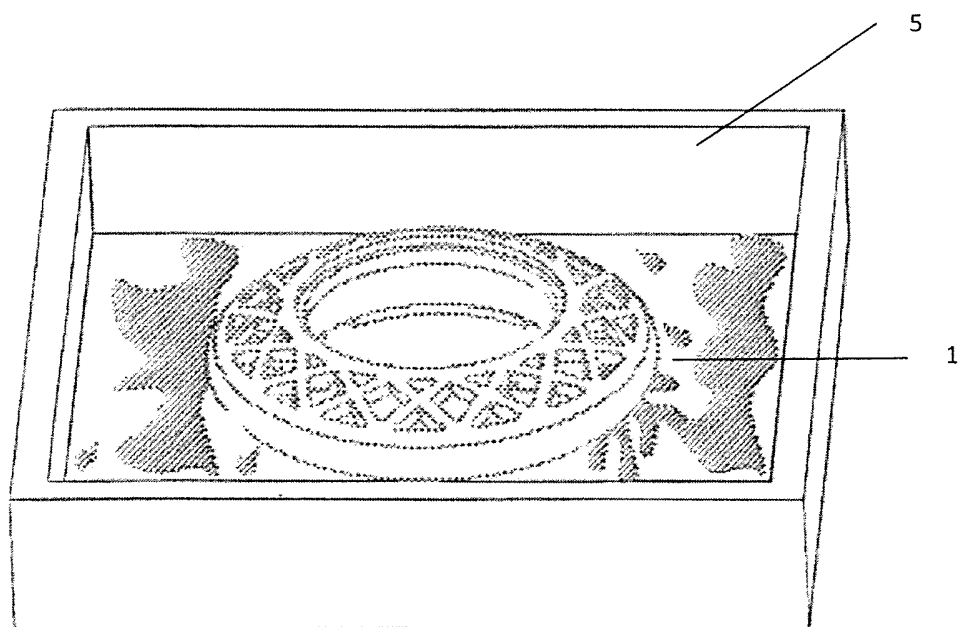


Fig. 3

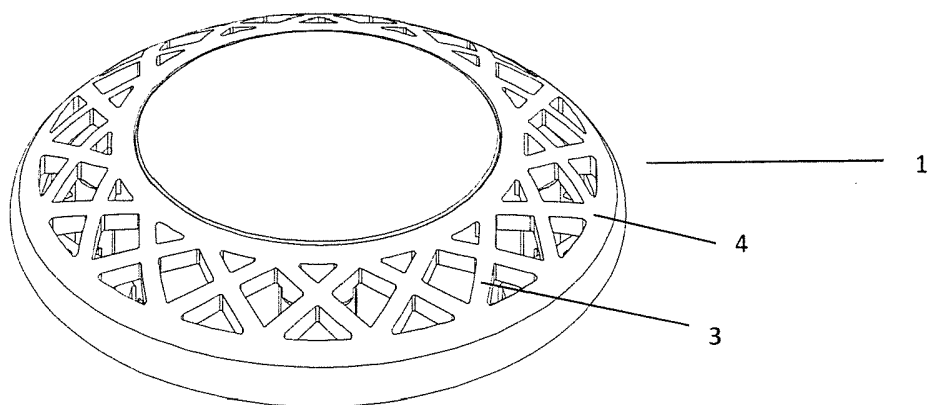


Fig. 4

**RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF À LA
DEMANDE DE BREVET SUISSE**

Numéro de la demande: CH00202/13

Classification de la demande (CIB):
B22F3/22, B22C7/02**Domaines recherchés (CIB):**
A44C, B22F, B22C, C04B**DOCUMENTS PERTINENTS:**

(référence du document, catégorie, revendications concernées, indications des parties significatives (*))

1 US6554882 B1 (UNIV DREXEL [US]) 29.04.2003Catégorie: **X**Revendications: **1, 5, 7 - 12**

* col. 1, lignes 23 - 41; col. 4, lignes 26 - 56; col. 5, ligne 46 - col. 6, ligne 15; col. 6, ligne 22 - col. 7, ligne 9; col. 7, ligne 66 - col. 8, ligne 9; col. 8, lignes 30 - 41; col. 8, lignes 53 - 61; col. 10, lignes 54 - 67; col. 11, lignes 20 - 24 *

2 EP1184108 A2 (ADVANCED MATERIALS TECH [SG]) 06.03.2002Catégorie: **X**Revendications: **1, 5, 7, 9, 15**

* 0009, 0026, 0027; fig. 7 - 10 *

3 JP2002292613 A (KYOCERA CORP) 09.10.2002

& [Online] Epoque, EPODOC / EPO, JP-2001093562-A, JP2002292613 A (KYOCERA CORP) 09.10.2002

Catégorie: **X**Revendications: **1, 4, 7, 9**

* 0003, 0010, 0018, 0020, 0031, 0035, 0036, 0047 *

Catégorie: **A**Revendications: **10 -16****4 WO0160581 A1 (CERABIO LLC [US]; MARX JEFFREY G [US]; HECKENDORF BRADLEY R [US]; NORBERG BRIAN L [US]) 23.08.2001**Catégorie: **X**Revendications: **1, 5**

* pg. 2, ligne 31 - pg. 3, ligne 7; pg. 3, ligne 29 - pg. 4, ligne 2; pg. 4, lignes 13 - 21; pg. 7, lignes 13 - 17; pg. 9, lignes 7 - 24; pg. 10, lignes 4 - 19 *

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS:

X:	remettent en question, à eux seuls, la nouveauté et/ou l'activité inventive	D:	ont été fournis par le demandeur avec la demande de brevet
Y:	remettent en question, à l'appui d'un document de la même catégorie, l'activité inventive	T:	théories et principes sur lesquels se fonde l'invention
A:	définissent l'état général de la technique sans avoir de pertinence particulière pour la nouveauté et l'activité inventive	E:	documents de brevets dont la date de dépôt ou de priorité se situe avant la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche mais qui ont été publiés seulement après cette date
O:	divulgaration non écrite	L:	documents cités pour d'autres raisons
P:	ont été publiés entre la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche et la date de priorité revendiquée	&:	membre de la même famille de brevets; document correspondant

La recherche se base sur la version des revendications déposée initialement. Une nouvelle version des revendications déposée ultérieurement (art. 51 al. 2 OBI) n'est pas prise en considération.

Le présent rapport de recherche a été établi pour les revendications, pour lesquelles les taxes requises ont été payées.

Recherche effectuée par:

Funk Markus

Autorité de recherche, lieu:

Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle, Berne

Fin de la recherche:

11.03.2013

TABLEAU DES FAMILLES DES BREVETS CITÉS

Les membres de la famille sont mentionnés conformément à la base de données de l'Office européen des brevets. L'Office européen des brevets et l'Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle ne garantissent pas ces données. Celles-ci sont fournies uniquement à titre d'information.

US6554882 B1	29.04.2003	US6554882 B1	29.04.2003
EP1184108 A2	06.03.2002	EP1184108 A2	06.03.2002
		EP1184108 A3	23.07.2003
		JP2002155302 A	31.05.2002
		SG96629 A1	16.06.2003
		US6776955 B1	17.08.2004
JP2002292613 A	09.10.2002	JP2002292613 A	09.10.2002
WO0160581 A1	23.08.2001	AU3670501 A	27.08.2001
		CA2399998 A1	23.08.2001
		US6547210 B1	15.04.2003
		WO0160581 A1	23.08.2001