

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : 2 968 455

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 10 60128

51 Int Cl⁸ : H 01 L 23/544 (2012.01), H 01 L 27/08

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.12.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.06.12 Bulletin 12/23.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : STMICROELECTRONICS (ROUS-
SET) SAS — FR.

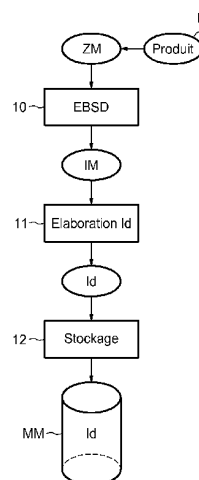
72 Inventeur(s) : FORNARA PASCAL et RIVERO
CHRISTIAN.

73 Titulaire(s) : STMICROELECTRONICS (ROUSSET)
SAS.

74 Mandataire(s) : BUREAU D.A. CASALONGA &
JOSSE.

54 PROCÉDE D'IDENTIFICATION D'UN PRODUIT, EN PARTICULIER UN CIRCUIT INTEGRE.

57 Procédé d'identification d'un produit comportant une
zone métallique formée lors de la fabrication du produit, le
procédé comprenant une détermination (10) d'une empreinte
représentative de la structure granulaire de ladite zone
métallique (ZM) et une élaboration (11) d'une information
d'identification (Id) dudit produit à partir de ladite empreinte.



FR 2 968 455 - A1



**Procédé d'identification d'un produit, en particulier un circuit
intégré**

5

L'invention concerne l'identification d'un produit, notamment mais non exclusivement un circuit intégré.

10 Lorsque des produits fabriqués par un fabricant sont destinés à être vendus à un ou plusieurs utilisateurs, il est important, en cas par exemple de retour d'utilisateur d'un produit présentant un dysfonctionnement, de s'assurer que ledit produit est bien un produit original fabriqué par le fabricant, et non une copie.

15 Selon un mode de mise en œuvre, il est proposé un procédé permettant d'identifier un produit avec un fort degré de confiance et ce, quelle que soit la technologie de fabrication utilisée.

20 Selon un mode de mise en œuvre, il est également proposé un procédé d'identification d'un produit permettant, lors d'une vérification ultérieure, de s'assurer sans affecter le fonctionnement du produit que ledit produit n'est pas un clone.

25 Selon un aspect, il est proposé un procédé d'identification d'un produit, par exemple un circuit intégré, comportant une zone métallique formée lors de la fabrication du produit, le procédé comprenant une détermination d'une empreinte représentative de la structure granulaire de ladite zone métallique, et une élaboration d'une information d'identification du produit à partir de ladite empreinte.

30 La structure granulaire d'une zone métallique est propre à ladite zone métallique. En effet, il est impossible de copier ou de contrôler la forme des grains du métal pendant le procédé de fabrication de cette zone métallique. En conséquence, deux zones métalliques différentes auront deux empreintes différentes. De même, en cas de fabrication d'un clone du produit, l'empreinte d'une zone métallique du produit cloné aura une empreinte différente de celle de la zone métallique homologue du produit original.

On obtient ainsi une empreinte tridimensionnelle unique pour le produit, à partir de laquelle on va élaborer une information d'identification du produit, par exemple un mot numérique.

5 Il va alors être possible par exemple, de stocker cette information d'identification dans un moyen de mémoire externe, par exemple une base de données du fabricant du produit, associée par exemple à un numéro de série du produit.

10 En cas de demande de vérification, il sera alors possible d'effectuer une nouvelle prise d'empreinte de la zone métallique du produit et de comparer cette empreinte avec celle stockée de façon à vérifier si le produit est un produit original ou bien un clone.

15 Il convient de noter ici que la vérification de l'authenticité du produit peut être aisément effectuée même si le produit à vérifier est totalement hors service. Ceci est particulièrement intéressant lorsque le produit est un circuit intégré. En effet, puisque, selon un mode de mise en œuvre, il n'est pas prévu de stockage de l'information d'identification dans une mémoire du circuit intégré, cette information d'identification peut être accessible même si le circuit intégré ne fonctionne absolument plus.

20 La détermination de ladite empreinte peut par exemple être obtenue par diffraction d'électrons rétrodiffusés résultant d'un bombardement de ladite zone métallique avec un faisceau d'électrons balayant ladite zone métallique. Une telle technique est bien connue de l'homme du métier sous l'acronyme anglosaxon « EBSD » (« Electron Back Scattering Diffraction »). Cette technique est actuellement utilisée pour procéder à des analyses de structures cristallines métalliques.

30 Une telle image numérique, obtenue par la technique de diffraction d'électrons rétrodiffusés, fournit une cartographie tridimensionnelle de la zone métallique et donne des indications sur notamment la taille moyenne des grains, l'orientation moyenne (texture), la taille de chaque grain, l'orientation de chaque grain, l'anisotropie de déformation dans un même grain, la présence d'un joint de macle....

On peut appliquer une telle technique sur tous matériaux métalliques comme par exemple de l'aluminium, du cuivre, de l'argent, de l'or, ...

5 Un seul balayage EBSD est suffisant pour obtenir toutes ces indications. Le choix de telle ou telle indication pour former l'information d'identification dépendra notamment de la capacité de stockage des moyens de mémoire.

10 Selon un mode de mise en œuvre, l'élaboration de ladite information d'identification comprend une élaboration d'une information numérique à partir d'éléments remarquables de ladite au moins une image numérique. Ces éléments remarquables peuvent comprendre des caractéristiques relatives aux grains et/ou aux joints de grains de la structure de ladite zone métallique.

15 Selon un mode de mise en œuvre, l'élaboration de ladite information d'identification peut comprendre une élaboration d'une information numérique à partir de plusieurs images numériques différentes correspondant à ladite zone métallique.

Ceci donne notamment un niveau de sécurité encore plus élevé à l'identification du produit.

20 Ainsi, on peut obtenir par exemple une première image de l'empreinte de la zone métallique. Puis, on procède à un traitement numérique sur cette image, par exemple une rotation ou un effet miroir, de façon à obtenir une deuxième image. On peut alors par exemple sommer les deux images ou bien superposer les deux images
25 et prendre en compte pour l'information d'identification du produit les points d'intersection de ces deux images.

30 Le produit peut comprendre plusieurs zones métalliques. Dans ce cas, selon un mode de mise en œuvre, le procédé peut comprendre une détermination d'au moins deux empreintes respectivement représentatives de structures granulaires d'au moins deux zones métalliques différentes, et une élaboration de l'information d'identification du produit à partir desdites empreintes.

Là encore, ceci permet d'augmenter le niveau de sécurité de l'information d'identification du produit.

Il est également possible, selon un mode de mise en œuvre, que l'élaboration de ladite information d'identification comprenne une élaboration d'une information numérique à partir de plusieurs images numériques différentes correspondant à une même zone métallique et/ou à des zones métalliques différentes.

Bien que le procédé d'identification s'applique à tout produit contenant au moins une zone métallique obtenue lors de la fabrication du produit, le procédé est particulièrement adapté à l'identification de circuits intégrés.

Un circuit intégré comprend des composants réalisés dans et/ou sur un substrat semiconducteur et un réseau d'interconnexion entre ces composants, communément désigné par l'homme du métier sous le vocable anglosaxon de « BEOL » (« Back End Of Line »).

Ce réseau d'interconnexion comprend différents niveaux de métallisation, et notamment un niveau de métallisation supérieur. La ou les zones métalliques peuvent alors avantageusement comprendre au moins une région métallique située au niveau de métallisation supérieur.

Généralement, le niveau de métallisation supérieur comprend des plots de contact électriquement connectés aux composants du circuit intégré et destinés à recevoir par exemple par soudure, des fils de connexion électrique avec les pattes du circuit intégré.

Selon un mode de mise en œuvre, il est alors avantageusement prévu de former, lors de la fabrication du circuit intégré, audit niveau de métallisation supérieur, au moins un plot métallique électriquement inactif, de forme analogue auxdits plots de contact. Ladite au moins une région métallique comprend alors avantageusement une partie au moins d'au moins un plot de contact et/ou une partie au moins d'au moins un plot métallique.

Il devient alors plus difficile pour un tiers malveillant de déterminer quelle zone métallique a été utilisée pour l'élaboration de l'empreinte du circuit intégré. En outre, même s'il est possible d'utiliser comme zone métallique un plot de contact avant soudure du fil de connexion, il est particulièrement intéressant d'utiliser comme

zone métallique un plot métallique inactif, ou bien, la partie d'un plot de contact non recouverte de la soudure. En effet, lors d'une vérification ultérieure, il sera alors non nécessaire de dessouder le fil électrique, ce qui pourrait endommager le circuit, pour déterminer une nouvelle empreinte du circuit intégré aux fins de vérification.

La surface de ladite au moins une région métallique est choisie de préférence inférieure à la surface de la fenêtre de balayage du faisceau d'électrons. Ceci permet de s'affranchir d'un décalage de la mesure et donc d'obtenir toujours, quel que soit le moment de détermination de l'empreinte, avant mise en boîtier ou lors d'une vérification ultérieure, la même réponse au balayage EBSD.

La détermination de la ou des empreintes est avantageusement effectuée avant mise en boîtier du circuit intégré.

Selon un autre aspect, il est proposé un procédé de vérification de l'authenticité d'un circuit intégré dont la ou les empreintes ont été obtenues par le procédé tel que défini ci avant, ce procédé de vérification comprenant

- une ouverture du boîtier de façon à découvrir la ou les zones métalliques,
- une détermination d'une ou de nouvelles empreintes représentatives de la ou des structures granulaires de la ou des zones métalliques découvertes,
- une élaboration d'une nouvelle information d'identification dudit circuit intégré à partir de la ou des nouvelles empreintes, et
- une comparaison de ladite information d'identification obtenue avant mise en boîtier et de ladite nouvelle information d'identification.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée de modes de mise en œuvre, nullement limitatifs, et des dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 à 8 illustrent schématiquement des exemples de modes de mise en œuvre d'un procédé d'identification selon l'invention, et

- la figure 9 illustre schématiquement un mode de mise en œuvre d'un procédé de vérification de l'authenticité d'un circuit intégré selon l'invention.

5 Sur la figure 1, la référence Pr désigne un produit comportant une zone métallique ZM obtenue lors de sa fabrication. A la sortie de fabrication du produit, une empreinte de la zone métallique va être élaborée par exemple par la technique EBSD (« Electron Back Scattering Diffraction »), dont on reviendra plus en détails ci après sur la mise en œuvre.

10 Il est impossible de copier ou de contrôler la forme des grains du métal de la zone métallique pendant le procédé de fabrication. En conséquence, sauf cas exceptionnel quasi improbable, l'empreinte représentative de la structure granulaire d'une zone métallique est différente de l'empreinte de la structure granulaire d'une autre zone métallique obtenue lors de la fabrication du même produit ou bien
15 obtenue lors de la fabrication d'un autre produit.

L'empreinte de la zone métallique va donc pouvoir être utilisée comme identifiant du produit Pr contenant cette zone métallique ZM.

20 Plus précisément, à partir d'une image numérique IM de l'empreinte obtenue à l'étape 10, on élabore (étape 11) une information d'identification Id du produit.

On peut alors stocker (étape 12) cette information d'identification dans une mémoire MM, contenant par exemple une base de données. L'information d'identification Id du produit sera
25 avantageusement stockée conjointement à un autre identifiant du produit, par exemple un numéro de série.

La technique dite EBSD est actuellement utilisée dans les laboratoires universitaires et industriels pour mesurer des orientations locales au sein d'une microstructure cristalline et obtenir des
30 cartographies d'orientation (reconstruction de la microstructure à partir de la mesure des orientations cristallographiques) et des phases. A partir de ces cartographies, une multitude de données, outre la texture cristallographique elle-même, est accessible, comme la

distribution des joints de grains, les gradients d'orientation intragranulaires, le gradient de déformation ...

De nombreuses publications existent sur la technique EBSD. On peut par exemple citer l'article de Thierry BAUDIN, intitulé
5 « Analyse EBSD, Principe et cartographies d'orientations », publié dans les Techniques de l'ingénieur, référence M 4 138.

On va maintenant rappeler les grands principes de cette technique EBSD en se référant plus particulièrement à la figure 2, l'homme du métier pouvant se référer à toutes fins utiles à la
10 publication précitée pour plus de détails.

Classiquement, la méthode EBSD est implantée dans un microscope à balayage. Les principaux éléments matériels nécessaires à cette mise en œuvre sont un faisceau focalisé d'électrons 1 ayant une énergie suffisante (15 à 30 keV) fournie par le microscope à balayage,
15 un écran fluorescent ECR sur lequel les électrons rétrodiffusés forment les diagrammes EBSD et une caméra à bas niveau de lumière qui capte en temps réel l'image IM de ces diagrammes.

L'interaction des électrons 1 avec la zone métallique ZM produit des électrons rétrodiffusés qui, puisque la structure de la zone métallique ZM est cristalline, vont diffracter avec les plans cristallins
20 de la zone métallique ZM selon la loi de Bragg.

Ces électrons, diffractés par une famille de plans donnée, forment des cônes de diffraction fortement ouverts CD. L'intersection de ces cônes avec l'écran ECR placé face à l'échantillon (la zone métallique) donne lieu à des lignes de Kikuchi, référencées LK. Ces
25 lignes délimitent des bandes qui sont simplement la trace sur l'écran des plans diffractants.

Une fois l'image IM obtenue, on va en extraire, parmi toutes les indications qu'elle contient, des indications particulières pour
30 élaborer l'information d'identification de la zone métallique et par conséquent du produit.

Ainsi, à titre d'exemple non limitatif, l'image IM obtenue peut être, comme illustré très schématiquement sur la figure 3, transposée en noir et blanc avant encodage.

Puis, l'élaboration de l'information d'identification va comprendre une élaboration d'une information numérique à partir d'éléments remarquables de l'image numérique IM.

5 A titre d'exemple non limitatif, comme illustré sur la figure 4, les éléments remarquables comprennent des caractéristiques relatives aux grains GR et/ou aux joints de grains JG, de la structure de ladite zone métallique.

10 Ainsi, on peut par exemple effectuer un codage, ligne de pixels par ligne de pixels, ou bien colonne de pixels par colonne de pixels, dans lequel à chaque fois qu'un pixel est noir, on lui affecte la valeur logique « 1 » tandis qu'on affecte la valeur logique « 0 » à un pixel blanc.

15 On peut également utiliser les points d'intersection PTS des différents joints de grains et affecter un « 1 » logique à chaque pixel contenu dans un point d'intersection PTS, tandis que les autres pixels seront affectés de la valeur logique « 0 ».

On peut également utiliser des vecteurs caractéristiques d'orientation VCT.

20 Il est également possible, comme illustré sur la figure 5, d'utiliser une première image IM1 représentative de la structure granulaire d'une première zone métallique ZM1 ainsi qu'une deuxième image IM2 représentative de la structure granulaire d'une deuxième zone métallique ZM2 différente de la zone métallique ZM1.

25 On superpose alors les deux images de façon à obtenir l'image résultante IM. Et, on peut par exemple élaborer l'information d'identification à partir des points d'intersection PTX des différents points de grains apparaissant dans l'image résultante IM.

30 Il est également possible, au lieu d'utiliser deux images IM1 et IM2 respectivement associées à deux zones métalliques différentes, d'utiliser deux images IM1 et IM2 respectivement associées à la même zone métallique ZM1.

Plus précisément, la première image IM1 peut être l'image telle qu'elle est obtenue par la technique EBSD. La deuxième image IM2 est alors une image obtenue en effectuant un traitement numérique

spécifique sur l'image IM1, par exemple une rotation d'un angle donné, ou bien une image inversée par effet miroir, par rapport à l'image IM1.

5 Comme illustré sur la figure 6, il est préférable que la taille de la fenêtre de balayage FN du microscope électronique utilisée pour bombarder la zone métallique ZM, soit supérieure à la taille de la zone métallique ZM. Ainsi, l'image obtenue contiendra la zone métallique ZM et, lors d'une vérification ultérieure de l'authenticité du produit, comme cela sera expliqué plus en détails ci après, un nouveau
10 balayage de la zone métallique ZM permettra d'obtenir aisément une nouvelle image EBSD de la zone ZM même s'il y a un léger décalage entre les deux fenêtres de balayage respectivement utilisées lors des deux prises d'empreinte de la zone métallique ZM.

L'invention s'applique avantageusement à l'identification et à
15 la vérification d'un composant CMP utilisé en microélectronique, tel que par exemple un circuit intégré IC encapsulé dans un boîtier, généralement en résine, BT (figure 7).

Le circuit intégré IC est classiquement fixé sur un support PDA, et possède des plots de contact (connus par l'homme du métier sous la dénomination anglosaxonne de « pads ») reliés aux pattes PT
20 du composant CMP par des fils de connexion FW généralement soudés sur les plots de contact.

La structure d'un tel circuit intégré IC est illustrée plus en détails sur la figure 8.

25 Le circuit intégré IC comporte des composants élémentaires comme par exemple des transistors T, réalisés dans et/ou un substrat semiconducteur SB. Un réseau d'interconnexion RIC, communément désigné par l'homme du métier sous le vocable anglosaxon de « BEOL » (« Back End Of Line ») assure l'interconnexion des
30 composants élémentaires entre eux, ainsi que la connexion vers les pattes PT du composant CMP. Ce réseau d'interconnexion comporte de façon classique des lignes métalliques situées à des niveaux de métallisation différents du circuit intégré, ces lignes métalliques étant, pour certaines d'entre elles, mutuellement connectées par des vias Vi.

Le circuit intégré IC comporte par ailleurs un niveau de métallisation supérieur, ici le niveau de métallisation M4, comportant les plots de contact ou « pads ». Ces plots de contact, ici les plots PLT1 et PLT2, sont reliés aux composants élémentaires T du circuit intégré IC et reçoivent par soudure les fils de connexion électrique FW.

Il est également prévu, optionnellement mais avantageusement, que le niveau de métallisation supérieur M4 comprenne, outre ces plots de contact électriquement actifs, des plots métalliques électriquement inactifs, ici des plots PLT3. Ces plots électriquement inactifs ont une forme analogue aux plots de contact PLT1, PLT2 mais ne sont reliés électriquement à aucun élément du circuit intégré IC.

Les plots de contact PLT1 et PLT2 ainsi que les plots métalliques PLT3 sont obtenus classiquement par dépôt d'une couche de métal, par exemple d'aluminium, puis gravure de façon à ménager des cavités remplies ultérieurement d'un matériau isolant.

La zone métallique ZM choisie pour obtenir l'empreinte du circuit intégré IC, et donc pour fournir une information d'identification de ce circuit intégré IC, est avantageusement une région métallique située au niveau de métallisation supérieur M4. Cette région métallique peut être une zone métallique ZM du plot de contact PLT2 par exemple, située sous la zone de soudure avec le fil de connexion FW. Dans ce cas, bien entendu, la prise d'empreinte sera effectuée avant la soudure du fil FW sur le plot de contact PLT2.

La région métallique peut être également une partie d'un plot de contact PLT1 non destinée à recevoir le fil de connexion FW, ou encore tout ou partie d'un plot métallique inactif PLT3.

Bien entendu, on peut, comme indiqué ci avant, utiliser plusieurs régions métalliques différentes pour élaborer l'information d'identification du circuit intégré IC.

Un avantage à utiliser une zone métallique ZM non destinée à recevoir un fil de soudure FW, réside dans le fait que lors d'une vérification ultérieure de l'authenticité du circuit intégré, il n'est nul

besoin de dessouder le fil de connexion, ce qui risque de provoquer un dysfonctionnement ultérieur du circuit intégré.

5 Cela étant, du point de vue de la prise d'empreinte, le fait d'utiliser une zone métallique ZM destinée à recevoir une soudure d'un fil de connexion n'est pas un problème. En effet, même si la surface de la zone métallique ZM est endommagée lors du retrait du fil de connexion FW, on obtiendra toujours la même signature EBSD car c'est une mesure en volume, et plusieurs dizaines de nanomètres du plot de contact, par exemple en aluminium, sont scannés. Par ailleurs 10 les grains étant colonnaires, la réponse EBSD reste la même sur plusieurs microns de profondeur.

On se réfère maintenant plus particulièrement à la figure 9, pour illustrer un mode de mise en œuvre d'un procédé de vérification de l'authenticité d'un circuit intégré, dont l'information d'identification Id a été obtenue comme indiqué ci avant par 15 détermination d'une empreinte de la structure granulaire d'une zone métallique ZM.

Le circuit intégré IC est mis en boîtier (étape 90), puis, après une série d'opérations finales comportant de tests, le produit ou plus 20 exactement le lot de produits est livré à un utilisateur final.

Lors d'un retour 92 du produit, en vue d'un contrôle dû par exemple à un dysfonctionnement chez l'utilisateur, on procède à une ouverture locale du boîtier (étape 93) de façon à découvrir la ou les zones métalliques ayant permis l'élaboration de l'information d'identification Id. 25

Puis, d'une façon analogue à ce qui a été effectué lors de la procédure d'élaboration de l'information d'identification, on détermine une nouvelle image IM2 représentative de la structure granulaire de la ou des zones métalliques découvertes, par exemple en 30 utilisant là encore une technique EBSD (étape 94).

Puis, on élabore (étape 95) à partir de l'image IM2, une nouvelle information d'identification Id2, d'une façon analogue à celle qui a été effectuée pour l'élaboration de l'information d'identification Id.

A l'aide du numéro de série du produit, on retrouve dans la base de données l'information d'identification Id que l'on compare alors avec la nouvelle information d'identification Id2 (étape 96).

5 En cas de concordance, le produit est donc bien un produit original. Par contre, en cas de discordance entre les deux informations d'identification Id et Id2, le produit ayant été retourné par l'utilisateur n'est pas un produit original.

10 Il convient de noter ici que selon un aspect de l'invention, il est possible de s'assurer du caractère original ou non d'un produit retourné chez le fabricant, sans qu'il soit nécessaire de procéder à un contrôle approfondi de la structure interne et/ou du fonctionnement du circuit intégré. En effet, la simple ouverture locale du boîtier et la prise d'empreinte permettent très simplement et très rapidement de s'assurer de la bonne identité du produit retourné.

15 Par ailleurs, le fait d'utiliser une zone métallique d'un plot métallique électriquement inactif, ou bien d'une partie d'un plot de contact non destinée à recevoir un fil de connexion, permet d'effectuer cette vérification en minimisant le risque de détérioration du composant, ce qui permet de restituer à l'utilisateur un circuit intégré
20 toujours en état de fonctionnement, même si celui-ci n'est pas un produit original.

25 Par ailleurs, la vérification de l'authenticité du produit peut s'effectuer même si le circuit intégré est totalement hors d'état de fonctionner, car cette vérification ne nécessite pas, par exemple, de lecture d'une donnée dans une mémoire.

30 Il convient enfin de noter que la technique EBSD est particulièrement bien adaptée à la prise d'empreinte pour des circuits intégrés. En effet, comme indiqué ci avant, même si la surface de la zone métallique est légèrement endommagée lors de l'ouverture locale du boîtier pour la découvrir, on obtiendra toujours la même signature EBSD en raison de la mesure en volume effectuée par cette technique.

En outre, même si lors de la vérification, on effectue la prise d'empreinte en effectuant un balayage de la zone métallique dans une

direction différente de celle du balayage effectué lors de la prise d'empreinte initiale, on obtiendra encore la même image EBSD.

5 Par ailleurs, la prise d'empreinte par la technique EBSD n'est pas sujette à une évolution dans le temps, et n'est pas sujette à des problèmes de vieillissement. En d'autres termes, l'empreinte mesurée à la sortie de fabrication du produit sera la même que celle obtenue lorsqu'on aura décapsulé le produit et enlevé la résine du boîtier. En effet, si la zone métallique devait subir une évolution microstructurale, cela ne se traduirait que par une homothétie de l'image initiale due à l'éventuelle croissance de grains. Or, dans le 10 domaine de la microélectronique, l'épaisseur des plots de contact utilisés pour la prise d'empreinte, est très importante, typiquement supérieure à 10 microns. Et, à ces épaisseurs, la taille des grains du métal déposé, par exemple l'aluminium, est à l'équilibre et donc les 15 grains ont atteint leur taille maximale.

En conséquence, le risque d'évolution microstructurale est très faible voire nul.

Par ailleurs, la température à laquelle on effectue la prise d'empreinte est toujours inférieure à celle de la formation du plot de contact, ce qui par conséquent ne pourra pas provoquer d'évolution 20 microstructurale.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'identification d'un produit comportant une zone métallique formée lors de la fabrication du produit, le procédé comprenant une détermination (10) d'une empreinte représentative de la structure granulaire de ladite zone métallique (ZM) et une élaboration (11) d'une information d'identification (Id) dudit produit à partir de ladite empreinte.

2. Procédé selon la revendication 1 comprenant en outre un stockage (12) de ladite information d'identification dans un moyen de mémoire (MM).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la détermination (10) de ladite empreinte comprend une détermination d'au moins une image numérique (IM) obtenue par diffraction d'électrons rétrodiffusés résultant d'un bombardement de ladite zone métallique avec un faisceau d'électrons balayant ladite zone métallique.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel l'élaboration de ladite information d'identification comprend une élaboration d'une information numérique à partir d'éléments remarquables (GR, JG, PTS) de ladite au moins une image numérique (IM).

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel les éléments remarquables comprennent des caractéristiques relatives aux grains (GR) et/ou aux joints de grains (JG) de la structure de ladite zone métallique.

6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel l'élaboration de ladite information d'identification comprend une élaboration d'une information numérique à partir de plusieurs images numériques différentes (IM1, IM2) correspondant à ladite zone métallique.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le produit comprenant plusieurs zones métalliques, le procédé comprenant une détermination d'au moins deux empreintes respectivement représentatives des structures granulaires d'au moins

deux zones métalliques différentes (ZM1, ZM2) et une élaboration de l'information d'identification dudit produit à partir desdites empreintes.

5 8. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, prise en combinaison avec la revendication 7, dans lequel l'élaboration de ladite information d'identification comprend une élaboration d'une information numérique à partir de plusieurs images numériques différentes (IM1, IM2) correspondant à une même zone métallique et/ou à des zones métalliques différentes.

10 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le produit est un circuit intégré (IC).

15 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le circuit intégré (IC) comprend un niveau de métallisation supérieur (M4), et la ou les zones métalliques comprennent au moins une région métallique située audit niveau de métallisation supérieur (M4).

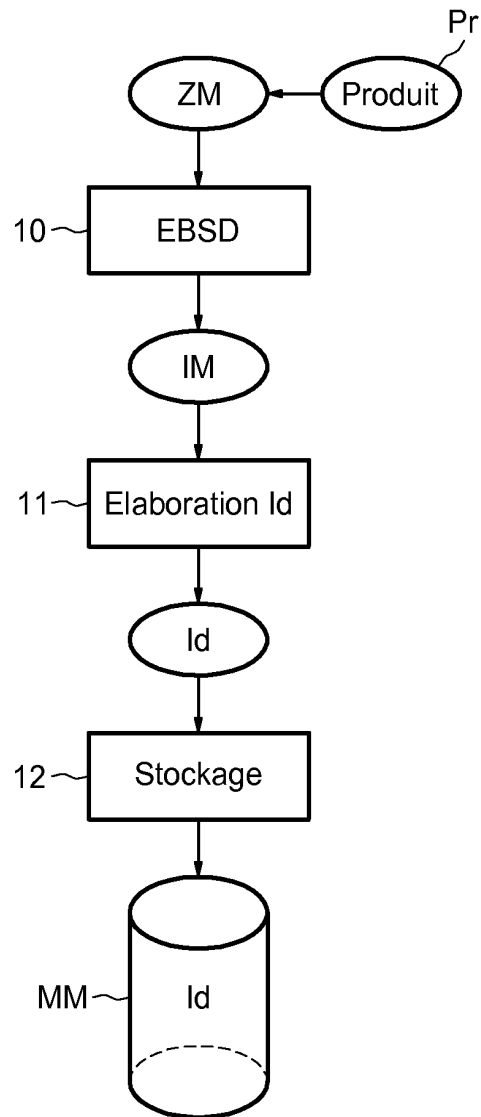
20 11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel ledit niveau de métallisation supérieur comprend des plots de contact (PLT1, PLT2) électriquement connectés aux composants du circuit intégré et au moins un plot métallique électriquement inactif (PLT3) de forme analogue auxdits plots de contact, et ladite au moins une région métallique comprend une partie au moins d'au moins un plot de contact et/ou une partie au moins d'au moins un plot métallique.

25 12. Procédé selon la revendication 10 ou 11 prise en combinaison avec la revendication 3, dans lequel la surface de ladite au moins une région métallique (ZM) est inférieure à la surface de la fenêtre de balayage (FN) dudit faisceau d'électrons.

30 13. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel la détermination de la ou des empreintes est effectuée avant mise en boîtier (90) du circuit intégré.

14. Procédé de vérification de l'authenticité d'un circuit intégré dont la ou les empreintes ont été obtenues par le procédé selon la revendication 13, comprenant une ouverture du boîtier (93) de façon à découvrir la ou les zones métalliques, une détermination (94) d'une ou de nouvelles empreintes représentatives de la ou des structures

granulaires de la ou des zones métalliques découvertes, une élaboration (95) d'une nouvelle information d'identification (Id2) dudit circuit intégré à partir de la ou des nouvelles empreintes, et une comparaison (96) de ladite information d'identification (Id) et de ladite nouvelle information d'identification (Id2).

1/7
FIG.1

2/7
FIG.2

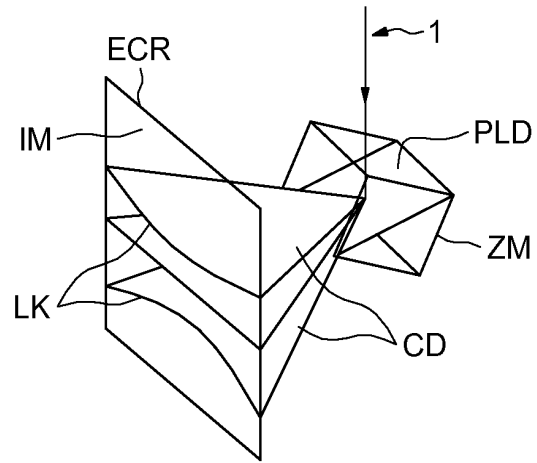


FIG.3

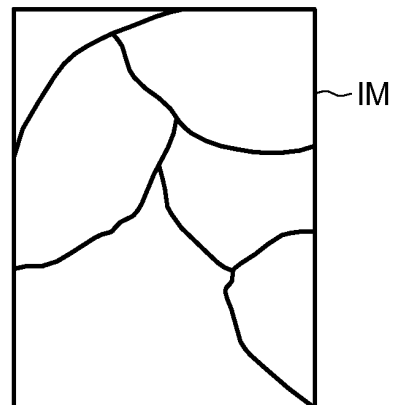


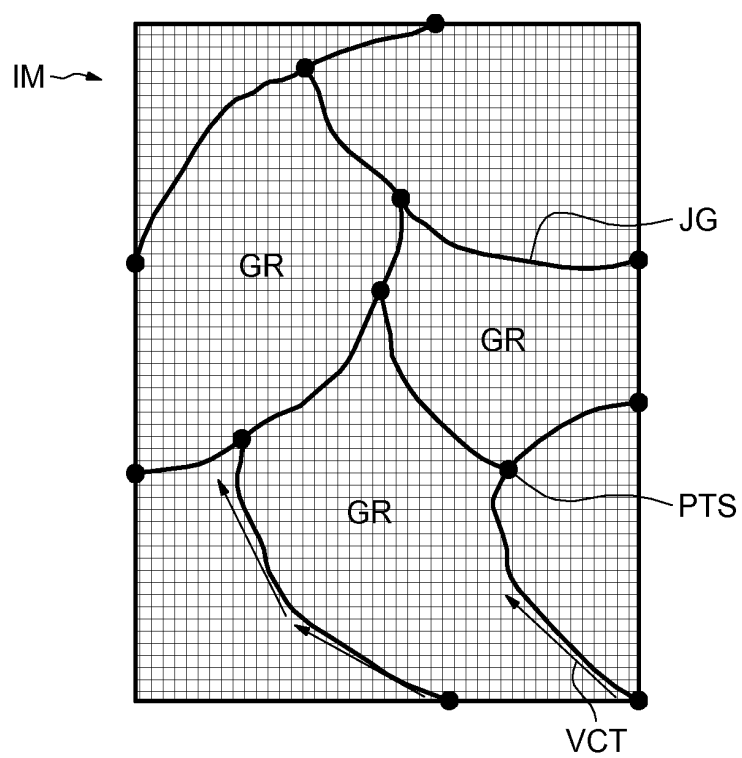
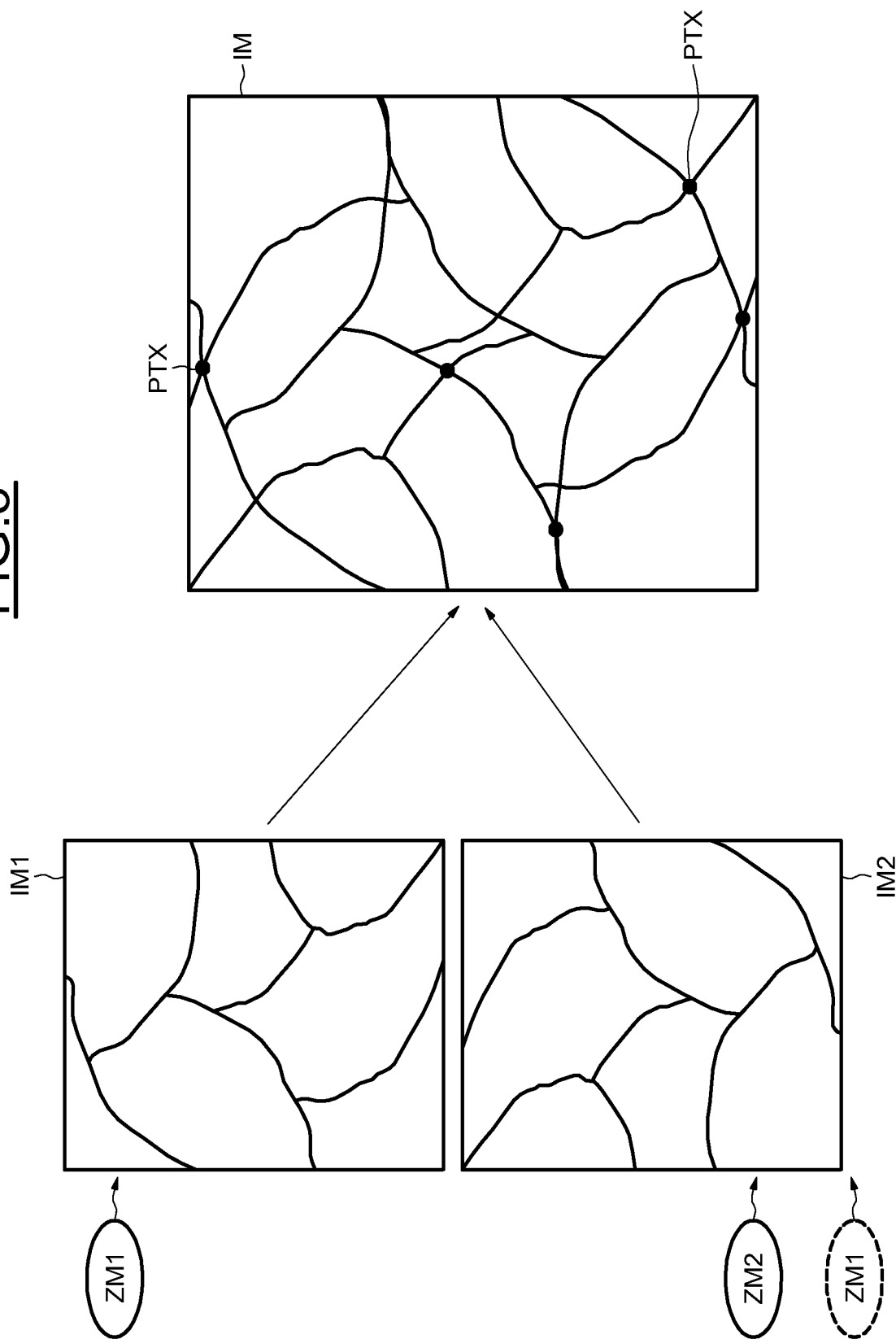
FIG.4

FIG.5



5/7
FIG.6

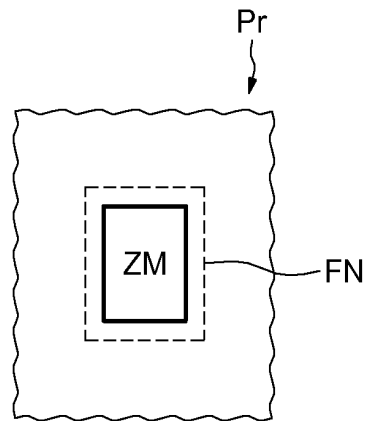
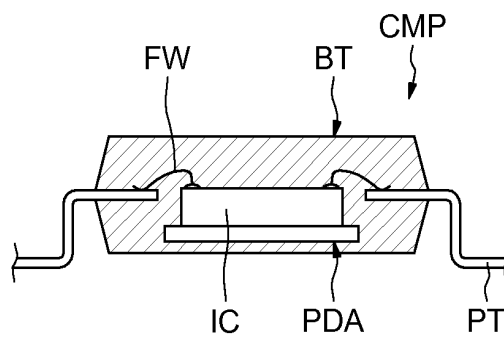
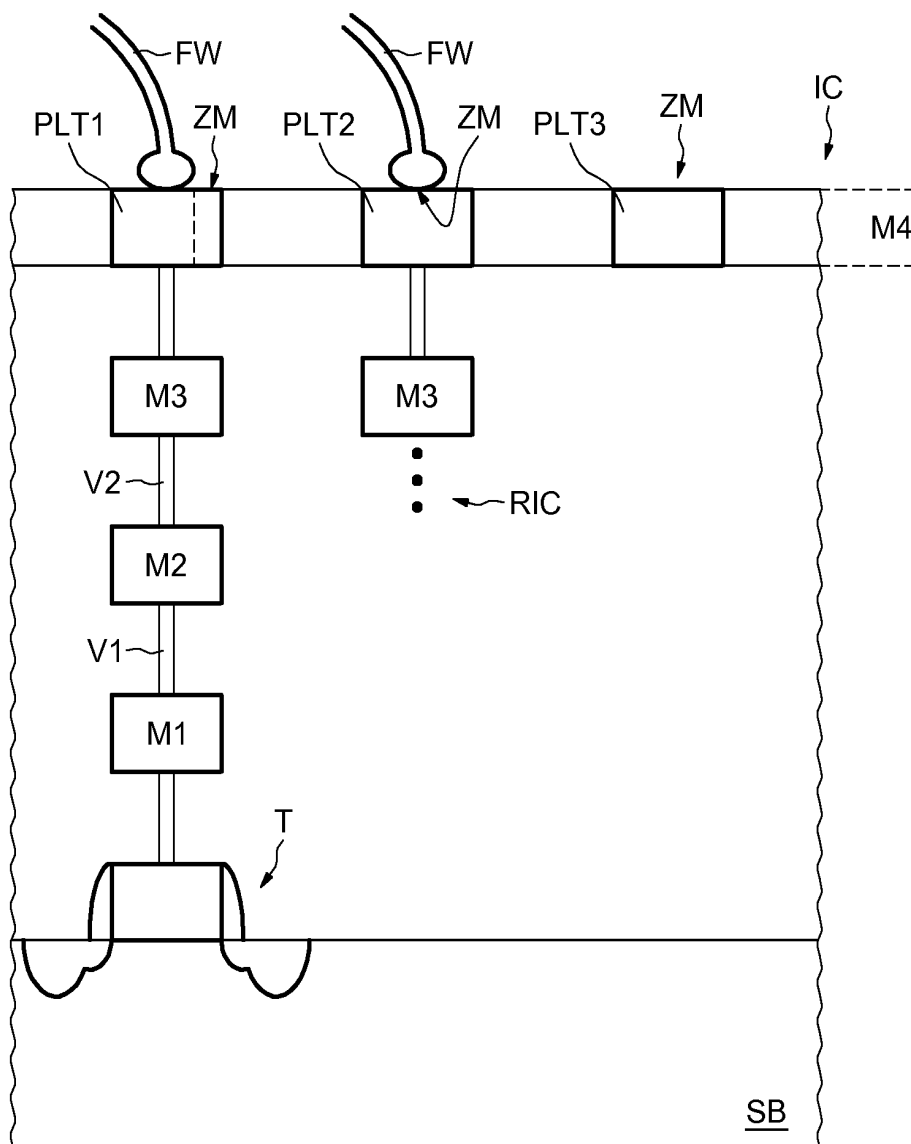
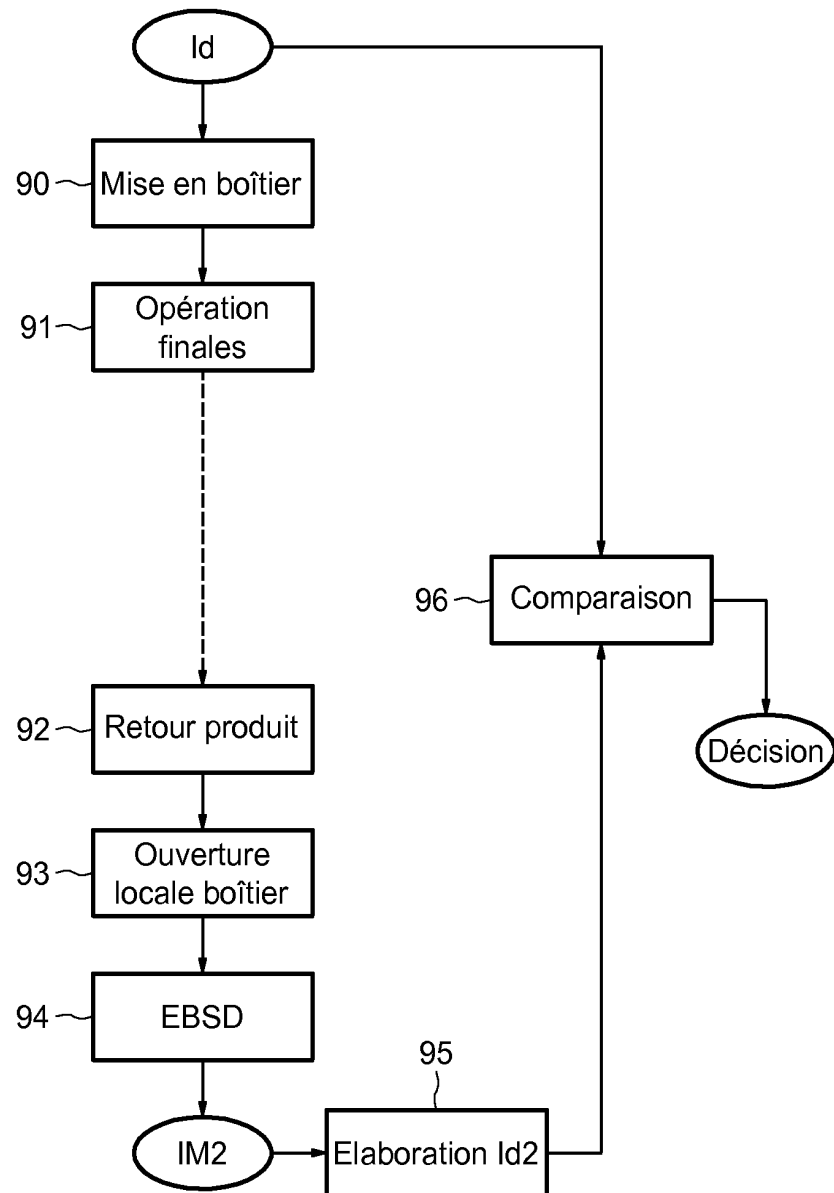


FIG.7



6/7
FIG.8

7/7
FIG.9



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 749399
FR 1060128

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2006/187719 A1 (MATSUMOTO MICHIKAZU [JP] ET AL) 24 août 2006 (2006-08-24) * alinéa [0071] - alinéa [0081]; figures 3,4 * * alinéa [0096] - alinéa [0109]; figure 6 * * alinéa [0176] - alinéa [0182]; figures 16A,16B *	1-14	H01L23/544 H01L27/08
A	EP 2 239 766 A1 (NIPPON STEEL MATERIALS CO LTD [JP]; NIPPON MICROMETAL CORP [JP]) 13 octobre 2010 (2010-10-13) * alinéa [0064] - alinéa [0070] *	3-8,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01L
A	US 2002/024453 A1 (MAEDA SHIGENOBU [JP]) 28 février 2002 (2002-02-28) * alinéa [0211] - alinéa [0214]; figure 3 *	1-14	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 juillet 2011		Le Gallo, Thomas	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1060128 FA 749399**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-07-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006187719	A1	24-08-2006	JP 2006190840 A	20-07-2006

EP 2239766	A1	13-10-2010	CN 101802994 A	11-08-2010
			WO 2009093554 A1	30-07-2009
			JP 4554724 B2	29-09-2010
			KR 20100023893 A	04-03-2010
			US 2010282495 A1	11-11-2010

US 2002024453	A1	28-02-2002	DE 10141438 A1	28-03-2002
			JP 2002073424 A	12-03-2002
			KR 20020018139 A	07-03-2002
			TW 506067 B	11-10-2002
