

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.01.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 29.07.11 Bulletin 11/30.

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) : SOITEC SILICON INSULATOR  
TECHNOLOGIES Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BROEKAART MARCEL, CASTEX  
ARNAUD et MARINIER LAURENT.

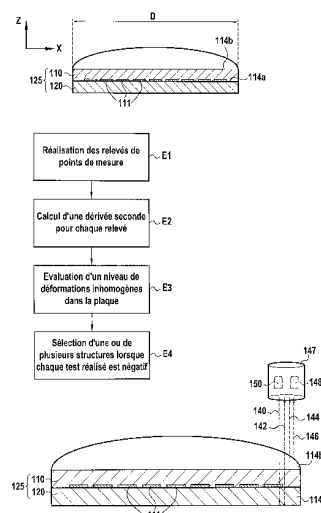
73 Titulaire(s) : SOITEC SILICON INSULATOR TECH-  
NOLOGIES Société anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 SYSTEME ET PROCEDE D'EVALUATION DE DEFORMATIONS INHOMOGENES DANS DES PLAQUES  
MULTICOUCHES.

57 L'invention concerne un procédé d'évaluation de dé-  
formations inhomogènes dans une première plaque (110),  
la première plaque étant collée par adhésion moléculaire  
sur une deuxième plaque (120). Ce procédé d'évaluation  
comprend une étape de réalisation d'au moins un relevé  
d'une pluralité de points de mesure, le relevé correspondant  
à un profil de surface de la première plaque suivant une di-  
rection déterminée et sur une longueur déterminée, une éta-  
pe de calcul d'une dérivée seconde à partir des points de  
mesure du profil de surface et une étape d'évaluation d'un  
niveau de déformations inhomogènes dans la première pla-  
que en fonction de la dérivée seconde.

L'invention concerne en outre un dispositif (147) permet-  
tant d'évaluer de telles déformations inhomogènes.



### Arrière-plan de l'invention

5           La présente invention se rapporte au domaine de la réalisation des plaques ou substrats semi-conducteurs multicouches (également dénommées "multilayer semiconductor wafers") réalisés par transfert d'au moins une couche formée à partir d'un substrat initial sur un substrat final, la couche transférée correspondant à une portion du substrat initial.

10   La couche transférée peut comprendre en outre tout ou partie d'un composant ou d'une pluralité de microcomposants.

Plus précisément, la présente invention concerne le problème des déformations inhomogènes qui apparaissent lors du transfert d'une couche depuis un substrat initial dit "substrat donneur" sur un substrat final dit

15   "substrat receveur". De telles déformations ont notamment été observées dans le cas de la technologie d'intégration tridimensionnelle de composants (3D-integration) qui nécessite le transfert d'une ou plusieurs couches de microcomposants sur un substrat support final mais aussi dans le cas de transfert de circuits ou encore dans la fabrication d'imageurs

20   éclairés en face arrière. En raison notamment de la taille très réduite et du nombre important de microcomposants généralement présents sur les couches transférées, chacune d'elles doit être positionnée sur le substrat final avec une grande précision afin de respecter un alignement très strict avec la couche sous-jacente. En outre, il peut être nécessaire de réaliser

25   des traitements sur la couche après son transfert, par exemple pour former d'autres microcomposants, pour découvrir en surface des microcomposants, pour réaliser des interconnexions, etc.

Cependant, la Déposante a constaté, qu'après transfert, il existe des cas où il est très difficile, voire impossible, de former des

30   microcomposants supplémentaires en alignement avec les microcomposants formés avant le transfert.

Ce phénomène de désalignement est décrit en relation avec les figures 1A à 1E qui illustrent un exemple de réalisation d'une structure tridimensionnelle comprenant le transfert, sur un substrat final, d'une

35   couche de microcomposants formée sur un substrat initial, et la formation

d'une couche additionnelle de microcomposants sur la face exposée du substrat initial après collage.

Les figures 1A et 1B illustrent un substrat initial 10 sur lequel est formée une première série de microcomposants 11. Les microcomposants 11 sont formés par photolithographie au moyen d'un masque permettant de définir les zones de formation de motifs correspondant aux microcomposants 11 à réaliser.

Comme illustrée sur la figure 1C, la face du substrat initial 10 comprenant les microcomposants 11 est ensuite mise en contact intime avec une face d'un substrat final 20, formant ainsi la structure composite 25. Le collage entre le substrat initial 10 et le substrat final 20 est réalisé en général par adhésion moléculaire. On obtient ainsi une couche enterrée de microcomposants 11 à l'interface de collage entre les substrats 10 et 20. Après le collage et tel que représenté sur la figure 1D, le substrat initial 10 est aminci afin de retirer une portion de matière présente au-dessus de la couche de microcomposants 11. On obtient alors une structure composite amincie 30 formée du substrat final 20 et d'une couche 10a correspondant à la portion restante du substrat initial 10.

Comme représentée sur la figure 1E, l'étape suivante dans la réalisation de la structure tridimensionnelle consiste à former une deuxième couche de microcomposants 12 au niveau de la surface exposée du substrat initial 10 aminci, ou à réaliser des étapes technologiques complémentaires sur cette surface exposée, en alignement avec les composants compris dans la couche 10a (prise de contact, interconnexions, etc.). Par souci de simplification, on appellera "microcomposants" dans la suite de ce texte, les dispositifs ou tout autres motifs résultant des étapes technologiques réalisées sur ou dans les couches et dont le positionnement doit être contrôlé avec précision. Il peut donc s'agir de composants actifs ou passifs, de simples prises de contact ou d'interconnexions.

Ainsi, afin de former les microcomposants 12 en alignement avec les microcomposants 11 enterrés, on utilise un masque de photolithographie similaire avec celui utilisé pour former les microcomposants 11. On entend ici par masques similaires, des masques qui ont été conçus pour être utilisés en association lors d'un procédé de fabrication.

Les couches transférées, comme la couche 10a, comprennent typiquement des marques (ou repères) à la fois au niveau des microcomposants et au niveau de la tranche formant la couche qui sont notamment utilisées par des outils de positionnement et d'alignement pendant les étapes de traitement technologiques telles que celles mises en œuvre lors d'une photolithographie.

Cependant, même en utilisant des outils de positionnement, des décalages se produisent entre certains des microcomposants 11 et 12, tels que les décalages  $\Delta_{11}$ ,  $\Delta_{22}$ ,  $\Delta_{33}$ ,  $\Delta_{44}$ , indiqués sur la figure 1E (correspondant respectivement aux décalages observés entre les couples de microcomposants 111/121, 112/122, 113/123 et 114/124).

Ces décalages ne résultent pas de transformations élémentaires (translation, rotation ou leurs combinaisons) qui pourraient avoir pour origine un assemblage imprécis des substrats. Ces décalages résultent de déformations inhomogènes qui apparaissent dans la couche provenant du substrat initial lors de son assemblage avec le substrat final. En fait, ces déformations entraînent des déplacements locaux et non uniformes au niveau de certains microcomposants 11. Aussi, certains des microcomposants 12 formés sur la surface exposée 14b du substrat après transfert présentent des variations de position avec ces microcomposants 11 qui peuvent être de l'ordre de plusieurs centaines de nanomètres, voire du micron.

Ce phénomène de désalignement (encore appelé "overlay") entre les deux couches de microcomposants 11 et 12 peut être source de courts-circuits, de distorsions dans l'empilement ou de défauts de connexion entre les microcomposants des deux couches. Ainsi, dans le cas où les microcomposants transférés sont des imageurs formés de pixels et que les étapes de traitement post transfert visent à former sur chacun de ces pixels des filtres de couleur, on a observé une perte de la fonction de colorisation pour certains de ces pixels.

Ce phénomène de désalignement conduit ainsi à une réduction de la qualité et de la valeur des plaques de semi-conducteurs multicouches fabriquées. L'impact de ce phénomène devient de plus en plus critique en raison des exigences sans cesse croissantes vis-à-vis de la miniaturisation des microcomposants et de leur densité d'intégration par couche.

La méthode couramment utilisée aujourd'hui pour déterminer si des déformations inhomogènes significatives sont présentes dans une plaque multicouche consiste à déterminer le positionnement d'un certain nombre de microcomposants en réalisant optiquement des mesures de positionnement au niveau de repères formés sur ou à proximité de ces microcomposants (verniers,...).

Cependant, il n'est possible de procéder à ces tests de positionnement qu'après l'amincissement du substrat initial et la réalisation d'étapes technologiques complémentaires sur la surface exposée 14b du substrat initial 10.

En outre, si des défauts d'alignement sont détectés dans le substrat initial après son amincissement, ceux-ci ne peuvent être corrigés. Dans ce cas, le substrat initial aminci n'est pas recyclable. En définitive, lorsque des tests de positionnement révèlent des désalignements inacceptables en termes de fiabilité et/ou de performance dans une structure composite amincie, le substrat final est perdu ce qui augmente de façon significative le coût de production des plaques multicouches.

Il existe donc un besoin pour évaluer le niveau de déformations inhomogènes dans des structures multicouches à un stade plus précoce de leur fabrication, c'est-à-dire après collage, et ce de manière simple et efficace.

#### Objet et résumé de l'invention

Un des buts de l'invention est de proposer une solution qui permet de répondre au besoin formulé ci-dessus. A cet effet, la présente invention propose un procédé d'évaluation de déformations inhomogènes dans une première plaque, la première plaque étant collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque, le procédé d'évaluation comprenant :

une étape de réalisation d'au moins un relevé d'une pluralité de points de mesure, ledit au moins un relevé correspondant à un profil de surface de la première plaque suivant une direction déterminée et sur une longueur déterminée ;

une étape de calcul d'une dérivée seconde à partir des points de mesure dudit au moins un profil de surface ; et

une étape d'évaluation d'un niveau de déformations inhomogènes dans la première plaque en fonction de la dérivée seconde.

Grâce au procédé d'évaluation de l'invention, il est possible d'évaluer le niveau de déformations inhomogènes dans un substrat initial et ce immédiatement après son collage sur un substrat final.

A partir de l'évaluation d'un niveau de déformations inhomogènes, on peut estimer les décalages qui se sont produits entre la surface enterrée et la surface exposée du substrat initial. Plus particulièrement, le procédé de l'invention permet d'estimer le niveau des désalignements qui seraient susceptibles de survenir si l'on fabriquait des microcomposants sur la surface exposée du substrat initial.

Une évaluation simple et efficace des déformations inhomogènes est ainsi possible avant de procéder à l'amincissement du substrat initial. En effet, le procédé d'évaluation selon l'invention ne nécessite pas la présence de microcomposants sur la surface exposée du substrat initial ni même la présence de microcomposants enterrés dans le substrat initial de manière à être observables optiquement à travers une épaisseur relativement faible du substrat initial restant. L'évaluation d'un niveau de déformations inhomogènes peut donc être réalisée très en amont dans le procédé de fabrication d'une structure tridimensionnelle.

Le procédé d'évaluation selon l'invention est réalisé de préférence juste après collage par adhésion moléculaire du substrat initial sur le substrat final. De cette manière, on évite de réaliser des étapes technologiques supplémentaires (amincissement, réalisation de microcomposants, etc.) qui pourraient s'avérer inutiles et coûteuses dans le cas où des désalignements trop importants seraient détectés par la suite dans le substrat initial.

Lorsque l'on détecte des déformations inhomogènes trop importantes dans un substrat initial après collage, il est alors possible de désolidariser le substrat initial du substrat final et de tenter un nouveau collage par adhésion moléculaire. Le procédé d'évaluation selon l'invention permet donc la réutilisation (c'est-à-dire le recyclage) d'un substrat initial, lorsque le collage a conduit à des déformations inhomogènes.

L'étape d'évaluation du procédé d'évaluation peut comprendre au moins un test parmi les tests suivants :

un premier test pour déterminer si la dérivée seconde présente au moins un changement de signe ; et

un deuxième test pour déterminer si la dérivée seconde présente au moins une valeur absolue supérieure à une valeur prédéterminée.

5           Chacun de ces deux tests permet d'évaluer de manière simple et efficace un niveau de déformations inhomogènes dans un substrat initial après collage par adhésion moléculaire sur un substrat final.

Dans un mode de réalisation de l'invention, seul un des deux tests décrits ci-dessus est réalisé.

10           Dans une alternative, les deux tests sont réalisés pour évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans la première plaque.

Dans un mode de réalisation particulier, les points de mesure de chaque relevé sont mesurés le long d'un diamètre de la première plaque. Ce cas s'applique bien entendu lorsque la première plaque présente une  
15           forme sensiblement cylindrique.

Il est ainsi possible de réaliser des relevés de points de mesure selon différents diamètres de la première plaque afin d'obtenir des données représentatives des déformations inhomogènes sur l'ensemble de la première plaque.

20           Dans une alternative, on peut réaliser une pluralité de relevés de points de mesure, les relevés étant espacés les uns des autres et réalisés suivant une même direction. De cette manière, tous les relevés de points de mesure réalisés sont parallèles les uns aux autres suivant une première direction. On peut en particulier envisager le cas où les relevés sont  
25           uniformément espacés les uns des autres et orientés suivant une même première direction.

Par ailleurs, toujours dans le cadre de cette alternative, il est possible de réaliser une pluralité de relevés supplémentaires, dans lequel les points de mesure de chacun de ces relevés suivent une même  
30           deuxième direction, cette deuxième direction étant différente de la première direction mentionnée ci-dessus. On peut par exemple réaliser des relevés de points de mesure suivant un quadrillage formé par des lignes parallèles aux première et deuxième directions. Ce quadrillage pourra être uniforme et les première et deuxième directions pourront être  
35           choisies de manière à être perpendiculaires.

En outre, les points de mesure de chaque relevé peuvent être mesurés suivant un pas de mesure, le pas de mesure étant déterminé en fonction d'une dimension d'au moins un motif de la première plaque.

5 Dans un mode de réalisation particulier, le pas de mesure peut correspondre sensiblement à la moitié d'une dimension d'un motif de ladite première plaque. Dans un cas particulier, un motif présente une forme rectangulaire sur la surface exposée du substrat initial, le pas de mesure correspondant sensiblement à la moitié d'un côté de ce motif.

10 Le choix d'un pas de mesure approprié, et ce en fonction d'une dimension d'un motif de la première plaque, est avantageux en ce qu'il permet de ne pas prendre en compte d'éventuelles variations infimes de niveau de la surface exposée de la première plaque, ces variations causant des changements de signe très localisés de la dérivée seconde du profil de surface correspondant.

15 La présente invention concerne également un procédé de sélection d'au moins une structure comprenant une première plaque collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque, le procédé de sélection comprenant :

20 une étape d'évaluation des déformations inhomogènes dans la première plaque de chaque structure, l'étape d'évaluation comprenant au moins le premier ou le deuxième test tels que décrits précédemment ;

une étape de sélection d'une ou plusieurs structures lorsque le ou les tests réalisés sont négatifs.

25 Ainsi, lorsque le premier test et le deuxième test sont réalisés lors de l'étape d'évaluation, une structure n'est sélectionnée que lorsque ces deux tests sont négatifs.

30 Le procédé de sélection selon invention permet de retenir, parmi un lot d'une pluralité de structures multicouches, les structures satisfaisantes, c'est-à-dire celles qui présentent un niveau de déformations inhomogènes acceptable et d'éliminer les structures présentant un niveau de déformations inhomogènes inacceptable.

35 La présente invention concerne également un dispositif d'évaluation de déformations inhomogènes dans une première plaque, la première plaque étant collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque, le dispositif d'évaluation comprenant :

des moyens de mesure pour réaliser au moins un relevé d'une pluralité de points de mesure, le au moins un relevé correspondant à un profil de surface de la première plaque suivant une direction déterminée et sur une longueur déterminée ;

5 des moyens de calcul pour calculer une dérivée seconde à partir des points de mesure du au moins un profil de surface ; et

des moyens d'évaluation pour évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans la première plaque en fonction de la dérivée seconde.

On notera que les avantages et commentaires énoncés en  
10 référence aux différents modes de réalisation du procédé d'évaluation et au procédé de sélection selon l'invention s'appliquent de manière analogue aux différents modes de réalisation du dispositif d'évaluation et au dispositif de sélection de l'invention.

Dans un mode de réalisation particulier, les moyens d'évaluation  
15 exécutent au moins un test parmi les tests suivants :

un premier test pour déterminer si la dérivée seconde présente au moins un changement de signe ; et

un deuxième test pour déterminer si la dérivée seconde présente au moins une valeur absolue supérieure à une valeur prédéterminée.

20 Les moyens de mesure peuvent être configurés pour que les points de mesure de chaque relevé soient mesurés le long d'un diamètre de la première plaque.

Dans une alternative, les moyens de mesure sont configurés pour réaliser une pluralité de relevés de points de mesure, les relevés étant  
25 espacés les uns des autres et réalisés suivant une même direction.

Les moyens de mesure peuvent en outre être configurés pour que les points de mesure de chaque relevé soient mesurés suivant un pas de mesure, le pas de mesure étant déterminé en fonction d'une dimension d'au moins un motif de la première plaque.

30 Dans un mode de réalisation particulier, le pas de mesure correspond sensiblement à la moitié d'une dimension d'un motif de la première plaque.

#### Brève description des dessins

35 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de

l'invention, donnés à titre d'exemples, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- les figures 1A à 1E, sont des vues schématiques montrant la réalisation d'une structure tridimensionnelle selon l'art antérieur ;
- 5        - la figure 2 est une perspective en demi-coupe d'une structure composite comprenant une première plaque collée sur une deuxième plaque ;
- la figure 3 représente, sous forme d'un organigramme, les principales étapes d'un procédé d'évaluation et d'un procédé de
- 10        sélection conformes à un mode particulier de réalisation de l'invention ;
- les figures 4A, 4B, 4C et 4D représentent respectivement une vue schématique d'un premier exemple de collage d'une première
- 15        plaque sur une deuxième plaque, la courbe d'un profil de surface correspondant à ce premier exemple, la courbe de la dérivée seconde correspondante suivant un diamètre déterminé et une
- courbe représentative des désalignements présents dans la première plaque suivant un rayon déterminé ;
- les figures 5A, 5B, 5C et 5D représentent respectivement une vue
- 20        schématique d'un deuxième exemple de collage d'une première plaque sur une deuxième plaque, la courbe d'un profil de surface correspondant à ce deuxième exemple, la courbe de la dérivée
- seconde correspondante suivant un diamètre déterminé et une courbe représentative des désalignements présents dans la
- 25        première plaque suivant un rayon déterminé ;
- les figures 6A, 6B, 6C et 6D représentent respectivement une vue schématique d'un troisième exemple de collage d'une première
- 30        plaque sur une deuxième plaque, la courbe d'un profil de surface correspondant à ce troisième exemple, la courbe de la dérivée seconde correspondante suivant un diamètre déterminé et une
- courbe représentative des désalignements présents dans la première plaque suivant un rayon déterminé ; et
- la figure 7 représente de manière schématique un exemple de
- 35        technique de microscopie acoustique permettant la mesure d'un profil de surface.

### Description détaillée d'un mode de réalisation

La présente invention propose une solution permettant d'évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans une première plaque correspondant à un substrat initial collée par adhésion moléculaire sur une  
5 deuxième plaque correspondant à un substrat final.

On considère ici le cas de la structure composite 125 telle que décrite en figure 2. Dans cet exemple, la structure composite 125 est formée en collant par adhésion moléculaire une première plaque 110, comportant des microcomposants 111 sur sa surface de collage 114a, sur  
10 une deuxième plaque 120, de manière à enterrer les microcomposants 111 au niveau de l'interface de collage.

Dans les exemples décrits ici, les plaques utilisées pour former la structure composite 125 présentent un diamètre de 300 mm. On comprendra cependant que l'invention s'applique à d'autres dimensions  
15 et/ou formes des plaques.

On décrit, en référence à la figure 3, les principales étapes du procédé d'évaluation (étapes E1 à E3) selon un mode de réalisation de l'invention, ce procédé permettant d'évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans la structure composite 125 illustrée en figure 2.

20 La Déposante a constaté, de manière surprenante, qu'il est possible d'obtenir des informations sur les déformations inhomogènes dans la première plaque 110 en étudiant les reliefs de la surface exposée 114b de la première plaque 110.

On procède donc tout d'abord à une étape E1 de réalisation d'au moins un relevé d'une pluralité de points de mesure, chaque relevé correspondant à un profil de surface de la première plaque 110 suivant une direction déterminée et sur une longueur déterminée.

On entend ici par profil de surface un profil représentatif du relief (ou niveau) d'une surface suivant une direction déterminée et sur une  
30 longueur déterminée.

Dans le cas présent, chaque relevé de point de mesure est représentatif du niveau ou relief de la surface exposée 114b de la première plaque 110 vis-à-vis d'un axe Z perpendiculaire à ladite surface exposée 114b.

35 La réalisation du ou des relevés de points de mesure se fait typiquement au moyen d'un équipement de profilométrie mécanique ou

optique (par interférométrie, par exemple). On réalisera de préférence les relevés à l'aide d'une technique de microscopie acoustique, cette technique permettant de réduire de manière avantageuse le temps de mesure de chaque relevé.

5           La figure 7 représente de manière schématique un exemple de technique de microscopie acoustique permettant de mesurer un profil de la surface exposée 114b de la première plaque 110.

          Une sonde 147 comprend une source 148 configurée pour émettre une onde acoustique incidente 140 en direction de la structure composite 125. Cette onde acoustique se propage dans la première plaque 10 110 puis dans la deuxième plaque 120, rencontrant ainsi trois interfaces successives, à savoir la surface exposée 114b de la première plaque 110 puis la surface enterrée 114a de la première plaque 110 et enfin la face arrière de la deuxième plaque 120. L'onde acoustique 140 est réfléchie 15 partiellement au niveau de chaque interface, donnant à chaque fois naissance à un écho qui est renvoyé vers le capteur acoustique 150 de la sonde 147. On détecte ainsi au moyen du capteur acoustique 150 la réception des échos 142, 144 et 146 provenant respectivement de la réflexion de l'onde acoustique 142 sur la face arrière de la deuxième 20 plaque 120, sur la surface enterrée 114a et sur la surface exposée 114b.

          On peut alors déterminer la distance entre la sonde 147 et la surface exposée 114b de la première plaque 110 à partir de la durée nécessaire à l'écho 146 pour atteindre la sonde 147. Alternativement, on peut mesurer l'épaisseur de la première plaque à une position donnée à 25 partir du décalage temporel entre la réception de l'écho 146 et la réception de l'écho 144.

          En déplaçant la sonde vis-à-vis de la structure composite 125, on peut ainsi réaliser un relevé de points de mesure correspondant à un profil de la surface exposée 114b de la première plaque 110.

30           Dans l'exemple décrit ici, les points de mesure sont relevés le long d'un diamètre D de la première plaque 110.

          Cependant, il est possible de réaliser plus d'un relevé de points de mesure, suivant des directions et/ou des distances quelconques. En outre, la direction et la longueur de chaque relevé peuvent être choisies 35 en fonction notamment des contraintes et besoins d'une situation donnée

(de la technologie considérée, du niveau de fiabilité requis, des équipements utilisés, etc.).

Une fois le relevé du profil de surface réalisé, une dérivée seconde est calculée à partir des points de mesure obtenus (étape E2). La  
5 dérivée seconde ainsi calculée renseigne sur les variations de la pente du profil de surface le long du diamètre D de la première plaque 110.

La Déposante a observé que, de manière surprenante, la dérivée seconde d'un profil de surface fournit des informations représentatives du niveau de déformations inhomogènes existant dans la première plaque  
10 110 collée par adhésion moléculaire sur la deuxième plaque 120.

L'évaluation à l'étape E3 des niveaux de déformations inhomogènes de la première plaque 110 permet d'estimer les désalignements qui sont susceptibles de se produire dans la suite de la fabrication d'une hétérostructure telle que celle décrite en référence à la  
15 figure 1E.

En référence au cas de la figure 1, par exemple, l'invention permet d'estimer le niveau des défauts d'alignement  $\Delta_{11}$ ,  $\Delta_{22}$ ,  $\Delta_{33}$  et  $\Delta_{44}$  que l'on obtiendrait en fabriquant les microcomposants 12 avec un masque de photolithographie similaire à celui utilisé pour la fabrication des  
20 microcomposants 11.

La Déposante a en outre constaté qu'il existe différentes manières d'exploiter la dérivée seconde d'un profil de surface pour évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans une plaque.

Des exemples d'exploitation d'une dérivée seconde d'un profil de  
25 surface permettant l'évaluation d'un niveau de déformations inhomogènes sont décrits en relation avec les exemples des figures 4A, 5A et 6A.

Dans tous les exemples considérés ici, les premières plaques 210, 310 et 410 présentent une forme légèrement concave avant leur collage respectif sur les deuxièmes plaques 220, 320 et 420. Par soucis de clarté,  
30 la courbure des premières plaques 210, 310 et 410 a été volontairement exagérée dans les figures 4A, 5A et 6A, respectivement. En outre, dans chacun de ces exemples, des microcomposants (211, 311 et 411) sont présents sur la surface (214a, 314a et 414a) de la première plaque (210, 310 et 410).

35 Dans les premier et deuxième cas illustrés respectivement en figures 4A et 5A, les premières plaques 210 et 310 sont placées sur un

support S (appelé couramment « chuck ») et présentent sur ce support une forme concave. La courbure des premières plaques 210 et 310 est dirigée à l'opposé du support S de manière à ce que les surfaces 214a et 314a comprenant les microcomposants 211 et 311 soient exposées.

5 Les deuxièmes plaques 220 et 320 sont ensuite placées sur les surfaces 214a et 314a des premières plaques 210 et 310 respectivement, ce afin de procéder au collage.

Une force de contact est appliquée sur une région (ou un point) des deuxièmes plaques 220 et 320 à l'aide d'un outil d'application (noté 10 231 et 331, respectivement). La force de contact générée par les outils d'application 231 et 331 permet dans chaque cas d'initier une onde de collage entre les première et deuxième plaques. Les premières plaques 210 et 310 sont ainsi collées par adhésion moléculaire sur les deuxièmes plaques 220 et 320, respectivement. Dans chaque cas, les 15 microcomposants sont alors enterrés à l'interface de collage entre la première et la deuxième plaque.

Dans le premier cas (figure 4A), la force de contact est appliquée en bord périphérique de la deuxième plaque 220. En revanche, dans le deuxième cas (figure 5A), la force de contact est appliquée au centre de la 20 deuxième plaque 320.

Le troisième cas illustré en figure 6A diffère du premier et du deuxième cas en ce que la deuxième plaque 420 est positionnée directement sur le support S. La première plaque 410 est ensuite placée sur la deuxième plaque 420, la face 414a de la première plaque 410 25 comprenant les microcomposants 411 étant dirigée vers la deuxième plaque 420.

Une force de contact est ensuite appliquée au centre de la première plaque 410 à l'aide d'un outil d'application 431 afin d'initier la propagation d'une onde de collage entre la première plaque 410 et la 30 deuxième plaque 420.

Dans les trois cas considérés ici, on obtient donc une structure composite comprenant une première plaque collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque (comme illustré en figure 2). A noter que, dans les exemples décrits ici, on applique une force de contact de 35 3,7N pendant 6 secondes pour initier l'onde de collage.

Des déformations inhomogènes sont alors susceptibles d'apparaître dans les premières plaques 210, 310 et 410 à la suite de leur assemblage respectif avec les deuxièmes plaques 220, 320 et 420.

On notera en outre que, dans les trois cas représentés en figures 5 4A, 5A et 6A, les deuxièmes plaques 220, 320 et 420 sont de forme plane. Cependant, la deuxième plaque peut présenter dans chaque cas une forme non plane, comme par exemple, une forme concave similaire ou différente de la première plaque avec laquelle elle est assemblée.

Une fois le collage par adhésion moléculaire effectué dans 10 chacun des trois cas considérés ci-dessus, on procède à l'évaluation des niveaux de déformations inhomogènes dans la première plaque de chacune des structures composites obtenues.

Dans un premier temps, on réalise un relevé d'une pluralité de 15 points de mesure sur la surface exposée de la première plaque de chacune des structures composites (étape E1).

Dans les cas décrits ici, les points de mesure sont relevés le long d'un diamètre D déterminé des premières plaques 210, 310 et 410 par microscopie acoustique.

Chaque point de mesure correspond à une hauteur Z de la 20 surface exposée de la première plaque par rapport à une hauteur de référence prédéterminée, chaque hauteur étant associée à une position donnée sur la surface de la première plaque. Dans les exemples décrits ici, la position de chaque point de mesure est définie par une position X le long du diamètre D considéré.

25 De manière alternative, chaque point de mesure peut également être associé à un couple de coordonnées (X,Y) correspondant à une position en deux dimensions sur la surface exposée de la première plaque.

Par ailleurs, dans chacun des exemples décrits ici, l'étape E1 de 30 réalisation des relevés de points de mesure comprend en outre l'élaboration d'une courbe représentative du profil de surface ainsi obtenu.

En revanche, les étapes suivantes du procédé de l'invention peuvent être réalisées sans que l'élaboration de telles courbes soit nécessaire.

Les figures 4B, 5B et 6B représentent les profils de surface 232, 35 332 et 432 que l'on a observés respectivement pour les trois cas considérés.

L'étude des profils de surface 232, 332 et 432 a montré des variations de hauteur de l'ordre de 25  $\mu\text{m}$  dans l'exemple de la figure 4A, de 12  $\mu\text{m}$  dans l'exemple de la figure 4B et de 30  $\mu\text{m}$  dans l'exemple de la figure 4C.

5 On procède ensuite à l'étape E2 de calcul des dérivées secondes à partir des profils de surface obtenus à l'étape E1.

Comme indiqué ci-dessus, l'élaboration des courbes 232, 332 et 432 n'est pas nécessaire, chaque dérivée seconde pouvant être calculée directement à partir des points de mesure du relevé correspondant.

10 Dans chacun des exemples considérés ici, l'étape de calcul E2 comprend en outre l'élaboration d'une courbe représentative de la dérivée seconde ainsi obtenue. Les courbes 234, 334 et 434 correspondent respectivement aux dérivées secondes des trois profils de surface 232, 332 et 432.

15 Il est cependant possible d'évaluer un niveau de déformations inhomogènes sans réaliser de représentation graphique des dérivées secondes. Il est possible de se limiter au calcul et à l'exploitation des valeurs de chaque dérivée seconde.

20 Les dérivées secondes calculées à l'étape E2 permettent d'évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans la première plaque pour les trois cas considérés (étape d'évaluation E3).

25 La Déposante a en effet constaté que la dérivée seconde d'un profil de surface est représentative des déformations en surface de la première plaque et qu'en étudiant ces déformations en surface, il était possible d'évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans la première plaque.

30 Il a par exemple été constaté que la présence d'au moins un changement de sens de courbure dans un même profil de surface démontre l'existence de déformations inhomogènes importantes dans la première plaque.

35 Dans une mise en œuvre particulière de l'invention, on effectue donc un premier test consistant à déterminer si une dérivée seconde d'un profil de surface présente au moins un changement de signe. Si ce premier test est positif, on en déduit que de déformations inhomogènes importantes existent dans la première plaque considérée.

L'efficacité de ce premier test a été vérifiée expérimentalement en évaluant le niveau de déformations inhomogènes dans les trois structures composites testées, et ce conformément à la technique de microscopie acoustique décrite précédemment en relation avec la figure 7.

5 Plus précisément, dans le premier cas (figure 4A), on a observé sur la surface 214b de la première plaque 210 des désalignements en majorité inférieurs à 100 nm, voire inférieurs à 50 nm au centre de plaque. Seuls 15% environ de la surface 214b présentent des désalignements supérieurs à 150 nm. Ces désalignements importants sont  
10 répartis en bord périphérique de plaque, en particulier dans la région proche du point de contact de l'outil d'application 231.

Dans le deuxième cas (figure 5A), on a observé des désalignements supérieurs à 150 nm sur environ 50% de la surface exposée 314b de la première plaque 310. Ces désalignements importants  
15 sont répartis en grande majorité au centre et aux bords périphériques de la surface 314b. Les 50% restants de la surface 314b présentent majoritairement des désalignements compris entre 50 et 150 nm.

Dans le troisième cas (figure 6A), on a observé que 75% environ de la surface 14b de la première plaque 10 présentent des désalignements  
20 inférieurs à 100 nm. Des désalignements plus importants, compris généralement entre 100 et 150 nm, sont présents au centre de la première plaque 410.

Les figures 4D, 5D et 6D représentent, sous forme de courbes, les désalignements respectifs mesurés suivant un rayon déterminé de  
25 chacune des premières plaques 210, 310 et 410.

Dans ces trois cas, les désalignements présents sur la première plaque ont été mesurés à partir d'un procédé de mesure classique, comme décrit en relation avec les figures 1A à 1E : la première plaque est amincie après collage, puis on mesure les désalignements présents entre des  
30 microcomposants enterrés à l'interface de collage entre les deux plaques et des microcomposants fabriqués sur la surface exposée de la première plaque amincie.

L'axe des abscisses en figures 4D, 5D et 6D représente la distance (en mm) vis-à-vis du centre de la première plaque.

35 En définitive, les échantillons testés conformément au deuxième cas (figure 5A) sont ceux qui présentent les niveaux de déformations

inhomogènes les plus importants. Ceci est confirmé par le fait que seule la dérivée seconde 334 du profil de surface 332 présente au moins un changement de signe. Plus spécifiquement, on a constaté que la dérivée seconde 334 présente deux changements de signe, ce qui révèle de fortes variations de pente en surface de la première plaque 310.

5 A l'inverse, pour les échantillons testés conformément au premier et au troisième cas, les dérivées secondes ne présentent pas de changement de signe, ce qui indique que ces cas conduisent à des niveaux de déformations inhomogènes plus faibles que le deuxième cas.

10 On notera que le nombre de changements de signe détectés dans la dérivée seconde d'un même relevé de surface peut également renseigner sur le niveau des déformations inhomogènes existant au sein de la première plaque.

Par ailleurs, la Déposante a observé qu'un profil de surface 15 présentant de fortes variations de pente, et donc des valeurs de dérivée seconde élevées, pouvait également correspondre à des déformations inhomogènes importantes au sein de la première plaque.

Ainsi, dans un deuxième mode de réalisation de l'invention, l'évaluation d'un niveau de déformations inhomogènes dans la première 20 plaque est réalisée en fonction des valeurs de la dérivée seconde obtenue à l'étape E2.

Par exemple, on effectue lors de l'étape d'évaluation E3 un deuxième test consistant à déterminer si une dérivée seconde d'un profil de surface présente au moins une valeur supérieure à une valeur seuil 25 prédéterminée. Lorsque ce deuxième test est positif, cela signifie que des déformations inhomogènes importantes sont présentes dans la première plaque.

A noter que cette valeur prédéterminée peut être choisie notamment en fonction des contraintes et besoins de la situation 30 considérée (technologie considérée, niveau de fiabilité requis, équipements utilisés, etc.).

Les tests décrits ci-dessus sont cependant fournis à titre d'exemple de sorte que d'autres méthodes d'exploitation de la dérivée seconde d'un profil de surface pourront être utilisées selon la situation. On 35 peut, par exemple, prendre en compte le nombre de dépassements d'une

dérivée seconde d'un profil de surface vis-à-vis d'une valeur prédéterminée etc.

On peut également envisager d'évaluer un niveau de déformations inhomogènes en combinant différents tests relatifs à la  
5 dérivée seconde de profils de surface, comme par exemple, en cumulant les premier et deuxième tests décrits ci-dessus.

L'étape de calcul et l'étape d'évaluation du procédé de l'invention peuvent être mises en œuvre, par exemple, par un ordinateur, un  
calculateur ou tout autre équipement capable de calculer une dérivée  
10 seconde à partir des points de mesure d'un profil de surface et d'effectuer un test relatif à une dérivée seconde, comme par exemple, un des tests décrits ci-dessus.

La présente invention concerne en outre un procédé de sélection (étapes E1 à E4) de structures composites comprenant une première  
15 plaque collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque.

Les principales étapes du procédé de sélection selon un mode de réalisation particulier sont illustrées en figure 3.

Un niveau de déformations inhomogènes est tout d'abord évalué dans une première plaque en effectuant successivement les étapes E1, E2  
20 et E3 du procédé d'évaluation de l'invention sur la structure composite.

On sélectionne ensuite, lors d'une étape de sélection E4, une ou plusieurs structures composites lorsque chaque test réalisé est négatif.

Par exemple, il est possible de réaliser les tests tels que décrits ci-avant. On sélectionne alors la ou les structures composites lorsque ces  
25 tests sont négatifs.

Il est également possible de ne réaliser qu'un seul de ces tests. Dans ce cas particulier, on sélectionne la ou les structures composites lorsque le test réalisé est négatif.

Le procédé de sélection selon l'invention ne se limite cependant  
30 pas aux deux exemples de test décrits précédemment. En effet, d'autres critères de sélection portant sur la dérivée seconde d'un profil de surface pourront être utilisés, individuellement ou en combinaison.

Les relevés de points de mesure à l'étape E1 du procédé d'évaluation peuvent en outre être réalisés suivant différents tracés sur la  
35 surface exposée de la première plaque.

Il est en particulier envisageable de réaliser des relevés en « étoile », c'est-à-dire suivant plusieurs diamètres de la première plaque. Cette technique permet d'obtenir une bonne représentation des niveaux de déformations inhomogènes dans une première plaque avec un nombre  
5 limité de relevés réalisés.

Dans un exemple particulier, on effectue à l'étape E1 une pluralité de relevés de points de mesure, les relevés étant réalisés suivant des premières lignes parallèles espacées les unes des autres. Il est en outre possible de réaliser des relevés supplémentaires suivant des  
10 deuxièmes lignes parallèles espacées les unes et qui peuvent être, par exemple, perpendiculaires aux premières lignes. On réalise ainsi des relevés suivant un quadrillage, ce quadrillage pouvant être sur toute ou partie de la surface exposée de la première plaque considérée.

En outre, lorsque l'on réalise par exemple le premier test décrit  
15 précédemment, on ne s'intéresse qu'aux changements de signe de la dérivée seconde à l'échelle macroscopique. En effet, il est possible qu'en pratique la surface exposée de la première plaque présente des variations infimes de niveau qui se traduisent par des changements de signe très localisés de la dérivée seconde du (ou des) profil(s) de surface  
20 correspondant(s). Ces variations infimes peuvent avoir pour origine, par exemple, des variations très légères d'épaisseur de la première plaque. Ce type de variations ne donne pas d'informations exploitables sur le niveau de déformations inhomogènes dans la première plaque d'une structure composite.

25 Afin d'éviter de prendre en compte des défauts de surface négligeables, il est possible de réaliser des relevés à l'étape E1 de manière à ce que les points de mesure soient mesurés suivant un pas de mesure.

Ce pas de mesure pourra être choisi en fonction de la situation considérée. Il sera choisi de préférence en fonction d'une dimension d'un  
30 motif de la première plaque.

On entend ici par « motif », un arrangement géométrique disposé, ou destiné à être disposé, sur la surface exposée d'une première plaque, cet arrangement géométrique se répétant à plusieurs reprises sur la surface de cette plaque. Un motif peut par exemple correspondre à une  
35 cellule d'un ou de plusieurs microcomposants disposée à plusieurs endroits sur la surface exposée de la première plaque considérée.

Par exemple, le pas de mesure peut correspondre sensiblement à la moitié d'une dimension d'un motif de la première plaque.

On notera également que le nombre de relevés réalisés lors de l'étape E1 du procédé d'évaluation pourra dépendre de divers paramètres, tels que, par exemple, les contraintes du procédé de fabrication en termes de coût, de temps alloué aux tests pour chaque lot de plaques, de niveau de fiabilité requis, etc.

Par ailleurs, un niveau donné de déformations inhomogènes peut être acceptable pour une technologie de microcomposants donnée (car peu contraignante en termes de positionnement des masques de photolithographie), et inacceptable pour une autre technologie. Par conséquent, les paramètres suivants pourront être choisis selon la situation considérée :

- le choix du nombre de relevés à effectuer,
- le tracé de chaque relevé (longueur, direction),
- le nombre de points de mesure par relevé,
- le pas de mesure utilisé,
- la (ou les) méthode(s) d'exploitation des dérivées secondes obtenues à l'étape E2, et
- le (ou les) critère(s) de sélection des structures composites.

On notera ici que de nombreux mécanismes peuvent être à l'origine de désalignements (ou d'« overlay ») dans une première plaque collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque.

Lorsque l'on colle par adhésion moléculaire une première plaque sur une deuxième plaque, les déformations inhomogènes générées dans la première plaque peuvent résulter notamment de la combinaison des déformations présentes à l'origine dans les première et deuxième plaques avant collage. Le procédé selon l'invention peut donc permettre d'obtenir des informations pertinentes sur les déformations des deux plaques avant leur assemblage par adhésion moléculaire (degré de concavité, défauts de planéité...).

La présente invention peut également révéler, par exemple, la présence de corps étrangers comme une particule entre le support S et la plaque directement en contact avec celui-ci. Ces éléments peuvent en effet être à l'origine de déformations inhomogènes dans la première plaque et donc, de désalignements.

L'invention peut également mettre en évidence des problèmes de calibration de la machine de collage (au niveau notamment de l'application de la force de contact par l'outil d'application).

- 5 Par ailleurs, comme indiqué précédemment, une fois la structure composite formée par adhésion moléculaire, la première plaque subit généralement un amincissement. Or, après amincissement, l'évaluation des déformations inhomogènes à l'aide du procédé de l'invention n'est plus représentative. Il est donc préférable de réaliser l'étape E1 du procédé de l'invention avant amincissement de la première plaque.

### REVENDEICATIONS

1. Procédé d'évaluation de déformations inhomogènes dans une première plaque, ladite première plaque étant collée par adhésion  
5 moléculaire sur une deuxième plaque, ledit procédé d'évaluation comprenant :
- une étape de réalisation d'au moins un relevé d'une pluralité de points de mesure, ledit au moins un relevé correspondant à un profil de surface de la première plaque suivant une direction déterminée et sur une  
10 longueur déterminée ;
- une étape de calcul d'une dérivée seconde à partir des points de mesure dudit au moins un profil de surface ; et
- une étape d'évaluation d'un niveau de déformations inhomogènes dans ladite première plaque en fonction de ladite dérivée  
15 seconde.
2. Procédé de mesure selon la revendication 1, dans lequel l'étape d'évaluation comprend au moins un test parmi les tests suivants :
- un premier test pour déterminer si ladite dérivée seconde présente  
20 au moins un changement de signe ; et
- un deuxième test pour déterminer si ladite dérivée seconde présente au moins une valeur absolue supérieure à une valeur prédéterminée.
3. Procédé d'évaluation selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les points de mesure de chaque relevé sont mesurés le long d'un diamètre de ladite première plaque.
4. Procédé d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel on réalise une pluralité de relevés de points de mesure, lesdits relevés étant espacés les uns des autres et réalisés suivant une même direction.
5. Procédé d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les points de mesure de chaque relevé  
35 sont mesurés suivant un pas de mesure, ledit pas de mesure étant

déterminé en fonction d'une dimension d'au moins un motif de ladite première plaque.

5           6. Procédé d'évaluation selon la revendication 5, dans lequel ledit pas de mesure correspond sensiblement à la moitié d'une dimension d'un motif de ladite première plaque.

10           7. Procédé d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel ledit au moins un relevé d'une pluralité de points de mesure est réalisé par microscopie acoustique.

15           8. Procédé de sélection d'au moins une structure comprenant une première plaque collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque, ledit procédé de sélection comprenant :

- 15           - une étape d'évaluation des déformations inhomogènes dans la première plaque de chaque structure conformément au procédé d'évaluation tel que défini dans la revendication 2 ;
- une étape de sélection d'une ou plusieurs structures lorsque ledit au moins un test réalisé est négatif.

20

            9. Dispositif d'évaluation de déformations inhomogènes dans une première plaque, ladite première plaque étant collée par adhésion moléculaire sur une deuxième plaque, ledit dispositif d'évaluation comprenant :

25           des moyens de mesure pour réaliser au moins un relevé d'une pluralité de points de mesure, ledit au moins un relevé correspondant à un profil de surface de la première plaque suivant une direction déterminée et sur une longueur déterminée ;

            des moyens de calcul pour calculer une dérivée seconde à partir  
30 des points de mesure dudit au moins un profil de surface ; et

            des moyens d'évaluation pour évaluer un niveau de déformations inhomogènes dans ladite première plaque en fonction de ladite dérivée seconde.

10. Dispositif d'évaluation selon la revendication 9, dans lequel lesdits moyens d'évaluation sont configurés pour exécuter au moins un test parmi les tests suivants :

- 5       - un premier test pour déterminer si ladite dérivée seconde présente au moins un changement de signe ; et
- un deuxième test pour déterminer si ladite dérivée seconde présente au moins une valeur absolue supérieure à une valeur prédéterminée.

10       11. Dispositif d'évaluation selon la revendication 9 ou 10, dans lequel les points de mesure de chaque relevé sont mesurés le long d'un diamètre de ladite première plaque.

15       12. Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel lesdits moyens de mesure sont configurés pour réaliser une pluralité de relevés de points de mesure, lesdits relevés étant espacés les uns des autres et réalisés suivant une même direction.

20       13. Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans lequel lesdits moyens de mesure sont configurés pour que les points de mesure de chaque relevé soient mesurés suivant un pas de mesure, ledit pas de mesure étant déterminé en fonction d'une dimension d'au moins un motif de ladite première  
25       plaque.

      14. Dispositif d'évaluation selon la revendication 13, dans lequel ledit pas de mesure correspond sensiblement à la moitié d'une dimension d'un motif de ladite première plaque.

30       15. Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, dans lequel lesdits moyens de mesure comprennent un microscope acoustique.

35

1/5

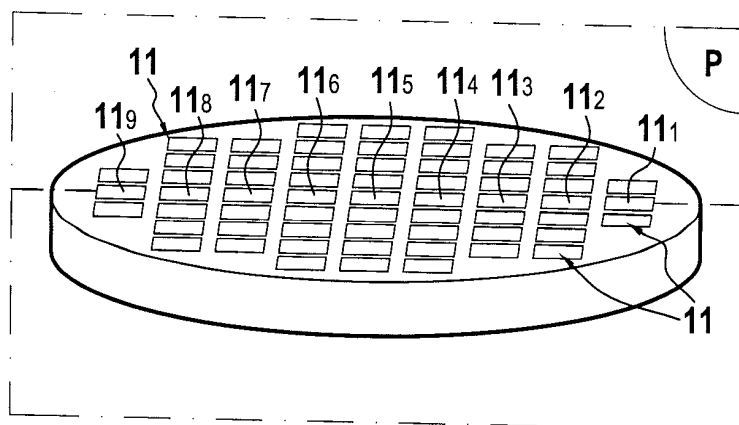


FIG. 1A

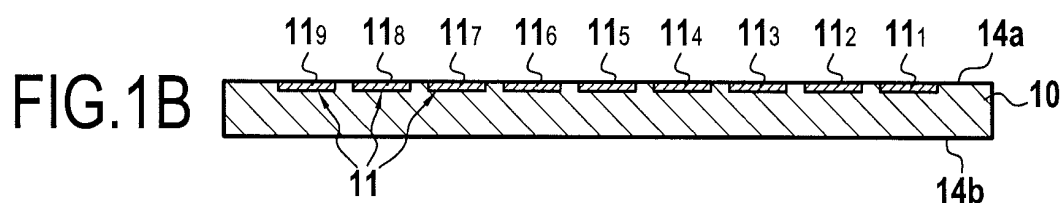


FIG. 1B

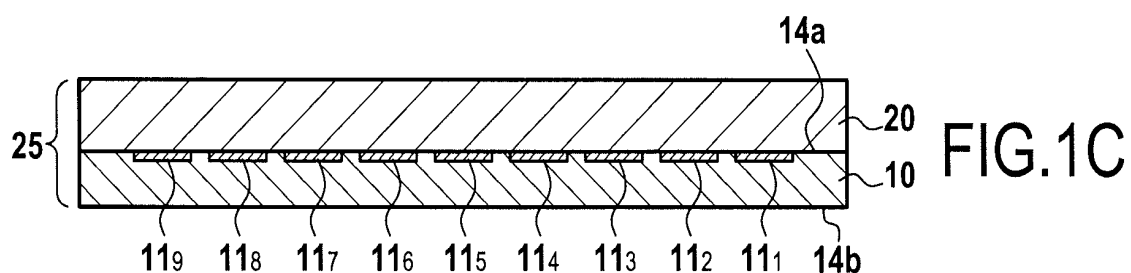


FIG. 1C

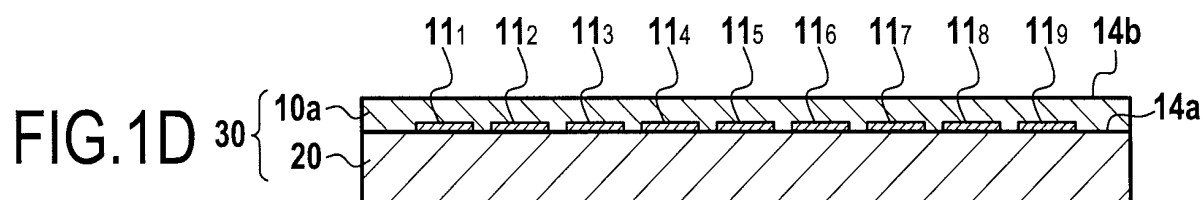


FIG. 1D

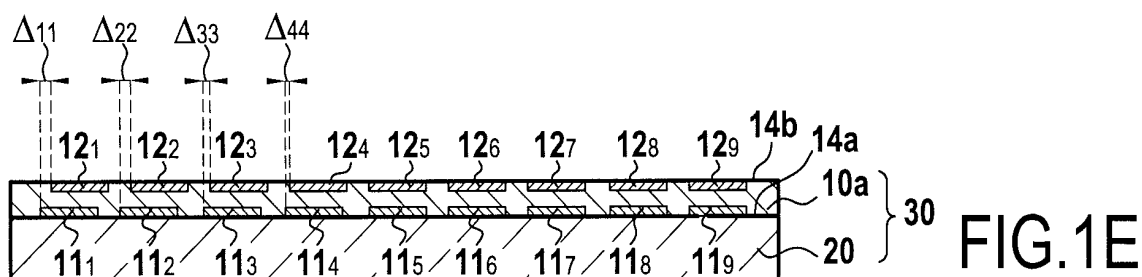
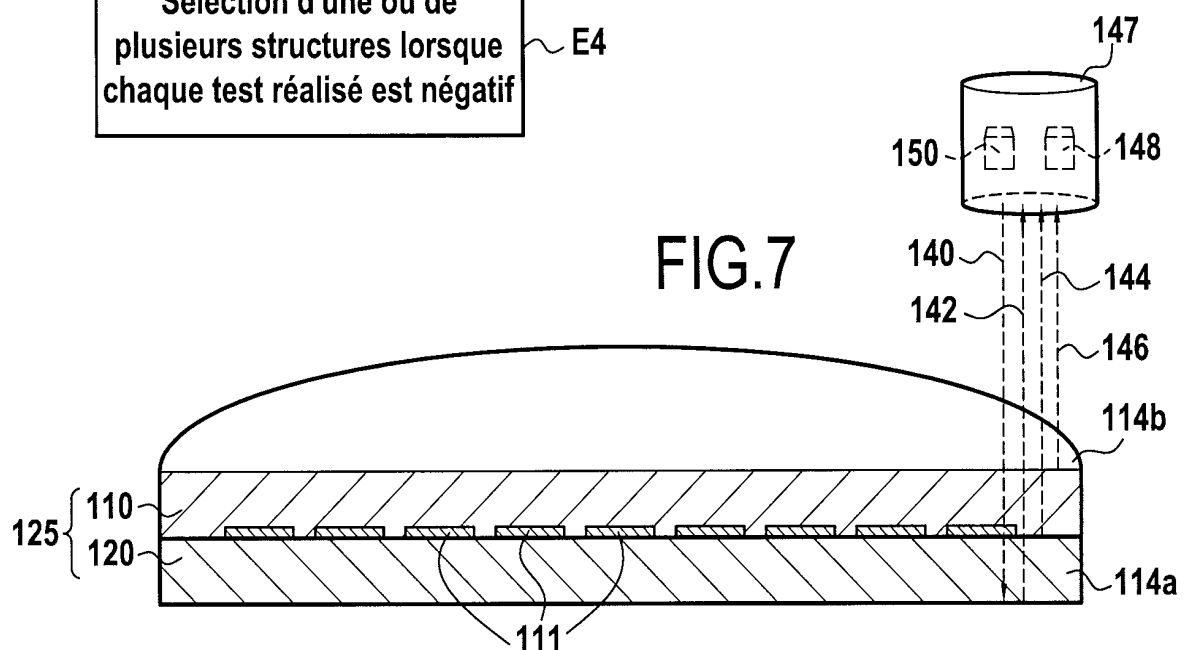
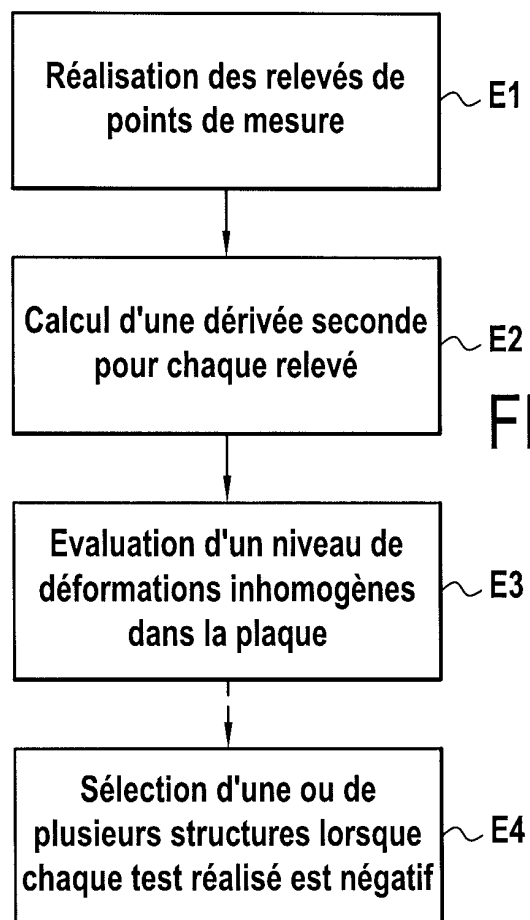
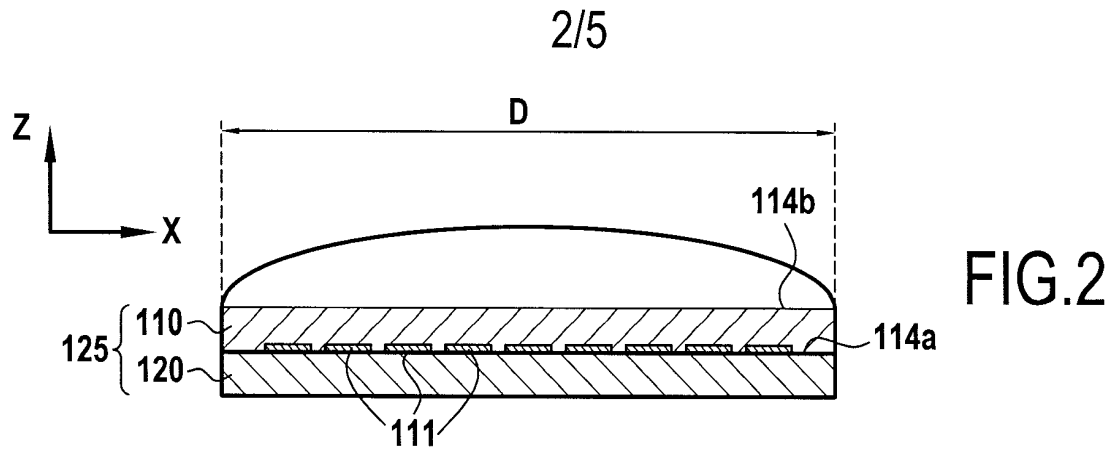


FIG. 1E



3/5

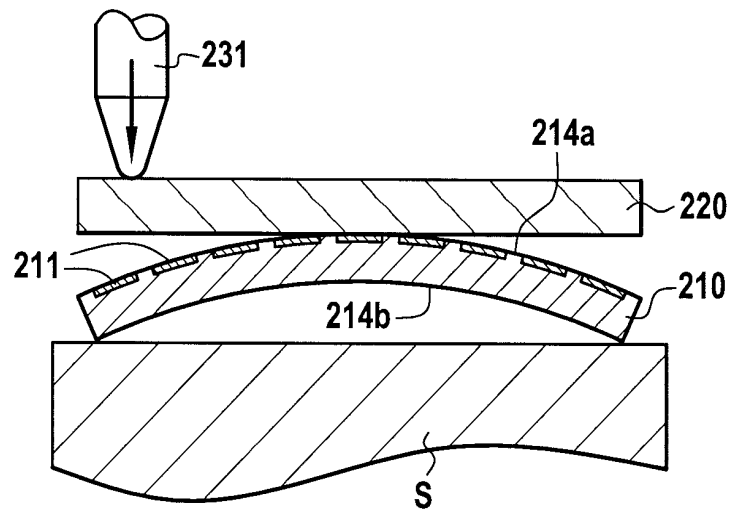


FIG. 4A

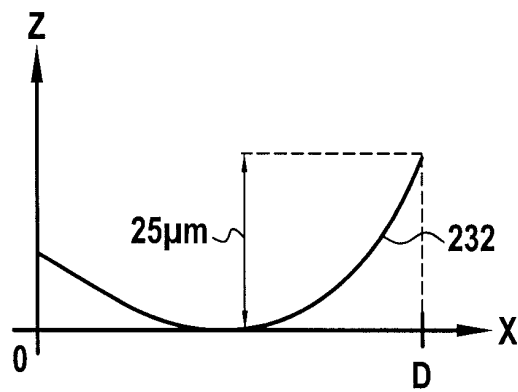


FIG. 4B

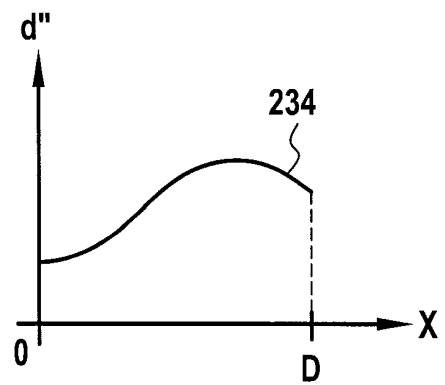


FIG. 4C

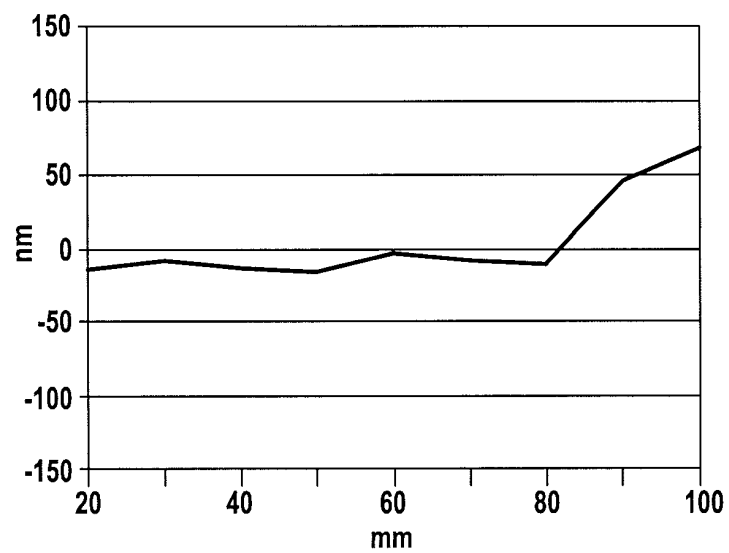


FIG. 4D

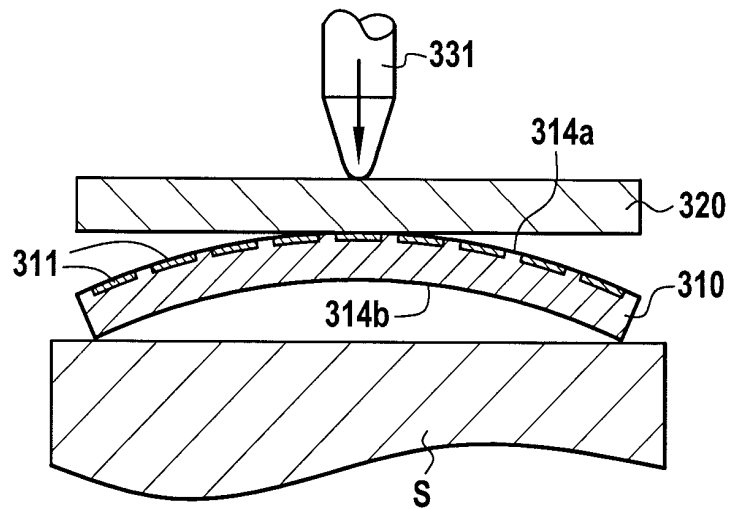


FIG.5A

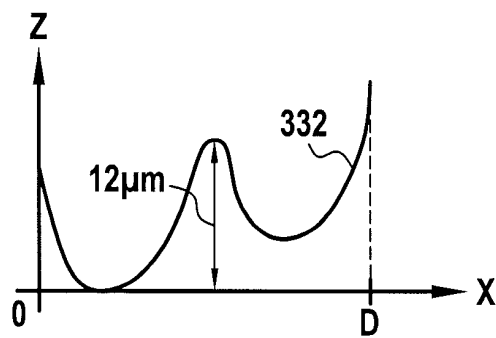


**FIG.5B**

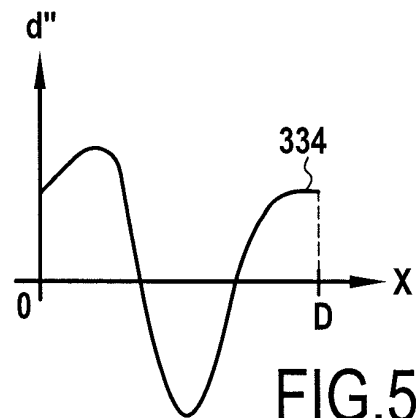


FIG.5C

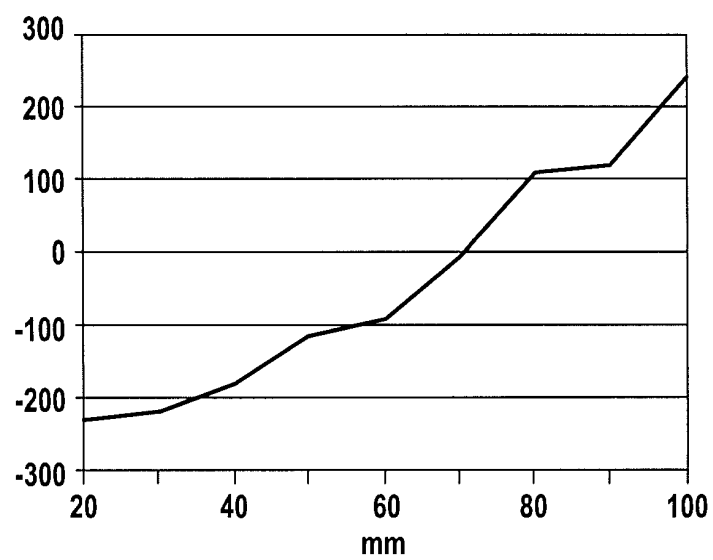


FIG.5D

5/5

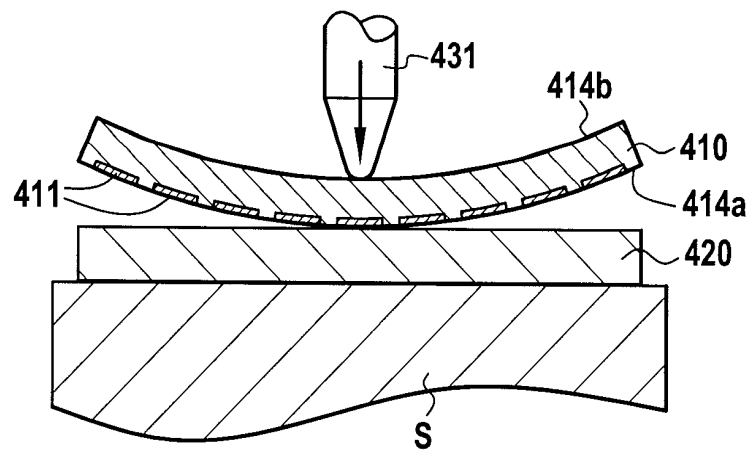


FIG. 6A

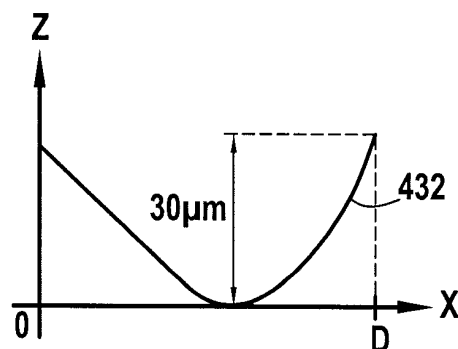


FIG. 6B

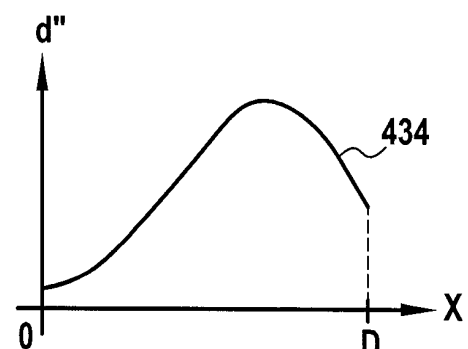


FIG. 6C

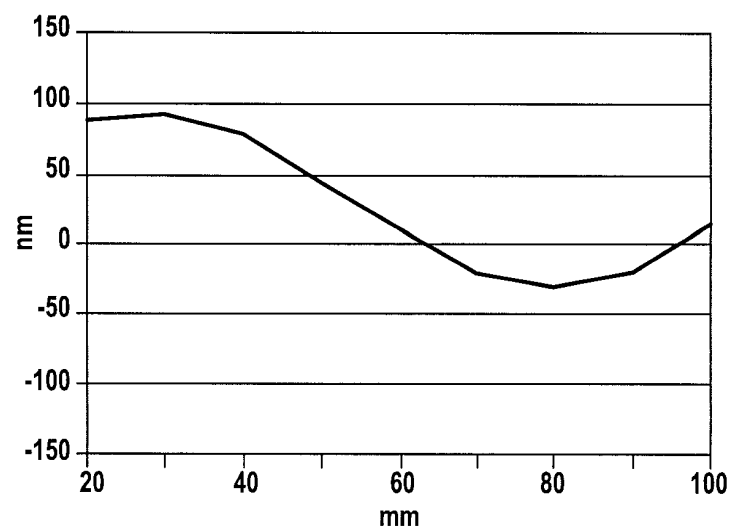


FIG. 6D



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 731145  
FR 1050468

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                               | Revendication(s)<br>concernée(s) | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                                                                            |                                  |                                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | W0 2007/103566 A2 (ULTRATECH INC [US])<br>13 septembre 2007 (2007-09-13)<br>* page 1, ligne 20 - page 2, ligne 34 *<br>* page 6, ligne 15 - page 13, ligne 38 *<br>-----                                                      | 1-15                             | G01B17/04<br>H01L21/02                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FR 2 638 846 A1 (ARMINES [FR])<br>11 mai 1990 (1990-05-11)<br>* page 1, ligne 1 - page 2, ligne 14 *<br>* page 3, ligne 17 - page 7, ligne 4;<br>figure 1 *                                                                   | 1-15                             |                                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 2009/095086 A1 (KESSLER LAWRENCE W [US]<br>ET AL) 16 avril 2009 (2009-04-16)<br>* alinéa [0028] - alinéa [0037]; figures<br>1-3A *                                                                                         | 1-15                             |                                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 2003/106378 A1 (GIANNAKOPOULOS ANTONIOS<br>[GR] ET AL) 12 juin 2003 (2003-06-12)<br>* alinéa [0002] - alinéa [0006] *<br>* alinéa [0119] - alinéa [0127]; figure 9<br>*<br>* alinéa [0158] - alinéa [0163]; figure 17<br>* | 1-15                             |                                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 2005/031975 A1 (REUHMANN-HUISKEN MARIA<br>ELISABET [NL] ET AL)<br>10 février 2005 (2005-02-10)<br>* alinéa [0028] - alinéa [0052]; figures<br>1-3 *                                                                        | 1-15                             | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)<br><br>G01B<br>G03F<br>H01L<br>G01N |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                               | Examineur                        |                                                                             |
| 15 septembre 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                               | Petelski, Torsten                |                                                                             |
| <p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>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.<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>.....<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                                             |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1050468 FA 731145**

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 **15-09-2010**

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<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 2007103566 A2                                | 13-09-2007             | JP 2009529785 T                         | 20-08-2009             |
| FR 2638846 A1                                   | 11-05-1990             | EP 0433512 A1                           | 26-06-1991             |
| US 2009095086 A1                                | 16-04-2009             | DE 102008042709 A1                      | 18-06-2009             |
|                                                 |                        | FR 2922312 A1                           | 17-04-2009             |
|                                                 |                        | JP 2009145324 A                         | 02-07-2009             |
| US 2003106378 A1                                | 12-06-2003             | AUCUN                                   |                        |
| US 2005031975 A1                                | 10-02-2005             | CN 1550910 A                            | 01-12-2004             |
|                                                 |                        | EP 1477851 A1                           | 17-11-2004             |
|                                                 |                        | JP 2004343113 A                         | 02-12-2004             |
|                                                 |                        | JP 2008211233 A                         | 11-09-2008             |
|                                                 |                        | KR 20040098564 A                        | 20-11-2004             |
|                                                 |                        | SG 146428 A1                            | 30-10-2008             |
|                                                 |                        | TW 244717 B                             | 01-12-2005             |