

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
6 octobre 2016 (06.10.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/156279 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/18 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/056748

(22) Date de dépôt international :
29 mars 2016 (29.03.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
15 52700 31 mars 2015 (31.03.2015) FR

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR]; 25, rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", 75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : FOURNEL, Frank; Les Résidences du Château, 35, allée des Orchis, 38190 Villard-Bonnot (FR). BAILLIN, Xavier; 12, impasse Charles Nicolle, 38920 Crolles (FR). CHERAMY, Séverine; 6, allée de la vigne des Pérouses, 38640 Claix (FR). DIEM, Bernard; 9, allée des Troènes, 38130 Echirolles (FR). ERNST, Thomas; 642, route Yves Farge, Hameau Chechamain, 38210 Morrette (FR). LEDUC, Patrick; 7, rue Gabriel Peri, 38000 Grenoble (FR).

(74) Mandataire : DECOBERT, Jean-Pascal; Cabinet Hautier, 20, rue de la Liberté, 06000 Nice (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : METHOD FOR ASSEMBLING SUBSTRATES

(54) Titre : PROCÉDÉ D'ASSEMBLAGE DE SUBSTRATS

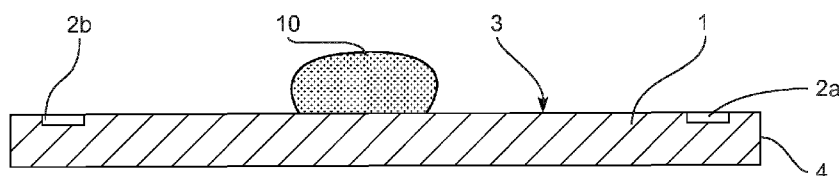


FIG. 1

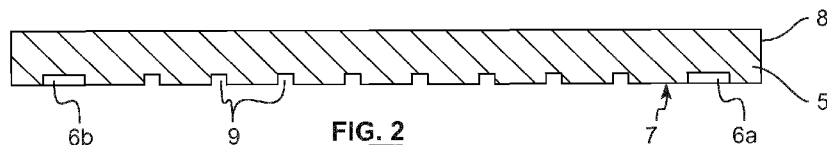


FIG. 2

(57) Abstract : The present invention concerns a method for assembling a first face (3) of a first substrate (1) and a first face (7) of a second substrate (5), characterised in that it comprises: forming an interlayer (11) between the first face (3) of the first substrate (1) and the first face (7) of the second substrate (5), the interlayer (11) being in contact with the first face (3) of the first substrate (1) and with the first face (7) of the second substrate (5); eliminating the interlayer (11) and bringing the first face (3) of the first substrate (1) into contact with the first face (7) of the second substrate (5).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé d'assemblage d'une première face (3) d'un premier substrat (1) et d'une première face (7) d'un deuxième substrat (5), caractérisé en ce qu'il comprend : une formation d'une couche intercalaire (11) entre la première face (3) du premier substrat (1) et la première face (7) du deuxième substrat (5), la couche intercalaire (11) étant au contact de la première face (3) du premier substrat (1) et de la première face (7) du deuxième substrat (5); une élimination de la couche intercalaire (11) et une mise en contact de la première face (3) du premier substrat (1) et de la première face (7) du deuxième substrat (5).



WO 2016/156279 A1

5

10

15 "Procédé d'assemblage de substrats"

20 DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention est relative à un procédé d'assemblage d'une première face d'un premier substrat et d'une première face d'un deuxième substrat. Elle concerne aussi un système microélectronique avec un premier et un deuxième substrats, ces substrats pouvant être assemblés grâce au
25 procédé.

Un domaine de l'invention se situe dans l'intégration tridimensionnelle 3D pour des dispositifs électroniques et en particulier les dispositifs microélectroniques, le terme microélectronique incluant les nanotechnologies. Plus spécialement, cette invention s'applique notamment au collage direct de
30 substrats par exemple en silicium présentant en surface des circuits microélectroniques. Au moins certains de ces circuits microélectroniques peuvent déboucher à la surface des substrats et un certain nombre seront

connectés entre les deux surfaces collés afin d'obtenir une connexion électrique à travers l'interface de collage.

L'invention peut servir à la fabrication d'imageurs à technologie CMOS de type « back-side imagers (BSI) » encore appelés imageurs par face arrière, et en général, à l'intégration 3D avec empilements de transistors CMOS et/ou de mémoires.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

La course à la miniaturisation atteint des limitations physiques qui remettent en question l'approche planaire utilisée jusqu'à aujourd'hui. En effet, les faibles dimensions des nouveaux nœuds technologiques font apparaître des effets parasites autrefois négligeables et qui limite leur miniaturisation.

Parmi les procédés à l'étude figure une architecture à trois dimensions dite « intégration 3D », qui consiste à empiler verticalement des composants électroniques, en superposant des puces formées par exemple sur des substrats (ou plaques) les unes sur les autres et en établissant des connexions électriques verticales courtes entre ces composants, directement au travers des différentes couches. Le concept de l'intégration 3D permet de réaliser des dispositifs avec une multitude de fonctionnalités ainsi que de réduire drastiquement les longueurs des interconnexions augmentant ainsi les vitesses de communication entre les différents composants.

L'intégration 3D nécessite par contre de maîtriser les connexions électriques entre les différentes puces empilées verticalement. L'étape d'alignement des substrats à empiler est à ce sujet une étape primordiale pour obtenir de fortes densités d'interconnexions.

Il est connu d'utiliser une machine d'alignement pour aligner deux substrats. Il est possible alors d'obtenir des alignements autour du micromètre entre deux substrats de 200mm ou de 300mm de diamètre. Dans ce cadre, plusieurs techniques sont possibles. Des microscopes peuvent être insérés entre les deux substrats qui sont positionnés en regard l'un de l'autre (leurs faces à assembler s'étendant parallèlement) et, à l'aide de marques d'alignements, les deux substrats sont alignés dans les deux directions du plan de leurs faces à assembler. Ensuite, les microscopes sont retirés et les

substrats sont rapprochés jusqu'à obtenir un contact qui déclenche le collage direct. Bien évidemment, ce rapprochement est difficilement contrôlable et un certain désalignement peut apparaître pendant ce mouvement, ce qui limite en général l'alignement à $\pm 5\mu\text{m}$ (microns). Les substrats sont alors collés et ne
5 peuvent plus être déplacés l'un par rapport à l'autre dans le plan de l'interface à moins de provoquer au préalable un décollement en insérant un coin à l'interface de collage. Ce coin peut permettre de décoller les plaques mais, une fois décollées, l'alignement est perdu et il faut recommencer l'alignement.

Dans le cas de substrats transparents aux rayons infra rouge (ce qui est le
10 cas du silicium non fortement dopé), il est possible d'utiliser une visualisation infra rouge pour aligner les deux substrats, dans le plan. Pas besoin ici d'insérer des microscopes entre les plaques. Le fait de ne pas avoir à rapprocher les plaques sur une grande distance après l'alignement permet de limiter de façon très importante le potentiel désalignement induit par le
15 mouvement de rapprochement. Après le collage, grâce à l'infra-rouge, il est possible de vérifier l'alignement mais si ce dernier n'est pas bon, comme le collage direct a eu lieu, il faut décoller les plaques pour recommencer l'alignement en espérant obtenir un meilleur résultat.

Il est aussi possible d'utiliser une technique qui utilise des microscopes
20 dans le visible pour aligner les substrats mais qui ne demandent pas de les rapprocher. En effet, il est possible de commencer par rapprocher très près (environ $100\mu\text{m}$) les substrats l'un de l'autre. Ensuite, on décale les substrats l'un après l'autre dans le plan pour visualiser l'emplacement des marques d'alignement ce qui permet d'aligner les substrats l'un par rapport à l'autre. Le
25 rapprochement final restant n'est que de $100\mu\text{m}$ environ. Avec cette technique, il est possible d'obtenir un alignement à $\pm 1\mu\text{m}$ ou même $\pm 0.5\mu\text{m}$.

Ces différentes techniques permettent d'aligner deux substrats mais avec une précision encore perfectible. Il est possible de vérifier l'alignement obtenu mais il est nécessaire de décoller les substrats pour recommencer l'alignement
30 si ce dernier n'est pas satisfaisant.

La présente invention permet de répondre au moins à certaines limitations de l'art antérieur.

RESUME DE L'INVENTION

Un aspect de l'invention est relatif à un procédé d'assemblage d'une première face d'un premier substrat et d'une première face d'un deuxième substrat. Avantageusement, il comprend :

- 5 - une formation d'une couche intercalaire entre la première face du premier substrat et la première face du deuxième substrat, la couche intercalaire étant au contact de la première face du premier substrat et de la première face du deuxième substrat ;
- 10 - une élimination de la couche intercalaire et, de ce fait, une mise en contact de la première face du premier substrat et de la première face du deuxième substrat.

L'invention concerne également suivant d'autres aspects un système microélectronique comprenant un premier substrat et un deuxième substrat, une première face de chacun des premier et deuxième substrats se faisant
15 face, et une couche intercalaire entre la première face du premier substrat et la première face du deuxième substrat, la couche intercalaire étant en contact de la première face du premier substrat et de la première face du deuxième substrat, la couche intercalaire étant constituée d'un matériau sous forme liquide ayant, de préférence , une viscosité inférieure à 100 pascal.seconde à
20 20°C.

Un effet technique produit par la présente invention est de permettre le rapprochement avec un très faible écart, par exemple de moins de 0,1 μm , des deux faces par lesquelles l'assemblage est à réaliser de sorte à améliorer l'alignement final des substrats, donc potentiellement de diminuer la taille des
25 organes électriques à connecter entre les deux substrats pour accroître la densité de composants électroniques et/ou fiabiliser le processus de mise en continuité électrique des deux substrats. Entre outre, et quel que soit l'écart entre les substrats, la couche intercalaire forme avantageusement un coussin fluide de déplacement relatif des deux substrats dans un plan parallèle aux
30 deux faces à assembler. Ce déplacement permet d'ajuster au mieux l'alignement.

BREVE INTRODUCTION DES FIGURES

Les buts, objets, ainsi que les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description détaillée d'un mode de réalisation de cette dernière, qui est illustré par les dessins d'accompagnement suivants, dans
5 lesquels:

- La figure 1 illustre, en coupe, un exemple de réalisation d'un premier substrat utilisable selon l'invention, avec une goutte d'un liquide apte à former une couche intercalaire.
- La figure 2 montre un exemple, en coupe, de deuxième substrat.
- 10 - La figure 3 donne une vue de dessous, par sa première face, du deuxième substrat de la figure 2.
- La figure 4 illustre une étape du procédé de l'invention avec formation d'une couche intercalaire.
- La figure 5 présente une étape suivant celle de la figure 4.
- 15 - La figure 6 illustre un mode opératoire de contrôle de l'alignement des deux substrats grâce à l'invention.

Les dessins sont donnés à titre d'exemples et ne sont pas limitatifs de l'invention. Ils constituent des représentations schématiques de principe
20 destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques. En particulier, les épaisseurs relatives des différentes couches et substrats peuvent ne pas être représentatives de la réalité. C'est le cas pour les marques permettant l'alignement des substrats ou encore des cavités apparentes au niveau du ou
25 des substrats.

DESCRIPTION DETAILLEE

Avant d'entamer une revue détaillée de modes de réalisation de l'invention, sont énoncées ci-après des caractéristiques optionnelles qui
30 peuvent éventuellement être utilisées suivant toute association ou alternativement.

Le procédé peut être, suivant ces caractéristiques optionnelles, tel que :

- le matériau de la couche intercalaire présente une viscosité inférieure à 100 pascals.seconde à 20°C, de préférence inférieure à 1 pascal.seconde à 20°C ;
- au moins l'un parmi le premier substrat et le deuxième substrat comprend
5 au niveau de sa première face une cavité débouchant sur ladite première face et sur une partie de tranche du substrat.
- la formation de la couche intermédiaire peut également consister en la formation d'un film obtenu par exemple par centrifugation.
- il est aussi possible de mettre plusieurs gouttes. Le matériau intercalaire
10 n'a pas besoin d'être uniformément réparti.
- on forme un premier composant microélectronique sur le premier substrat et un deuxième composant sur le deuxième substrat, la mise en contact de la première face du premier substrat et de la première face du deuxième substrat étant configurée pour mettre en contact les premier et
15 deuxième composants microélectroniques.

L'invention concerne l'assemblage de substrats qui s'entendent ici notamment de dispositifs électroniques, de préférence de dispositifs microélectroniques, sous forme de plaques (plus communément dénommée « wafer », en anglais), comprenant de préférence au moins une puce et/ou un
20 organe électronique, par exemple un élément conducteur d'électricité, pour l'interconnexion notamment. Cependant, un substrat peut ne pas comporter d'organe ou composant électronique actif ou passif ; il peut par exemple s'agir d'une poignée servant, de manière transitoire, au report d'un substrat sur un autre. Le premier substrat se présente, préférentiellement, sous la forme d'une
25 plaque, mais pourra également se présenter sous la forme d'un panneau. Le premier substrat peut comprendre une pluralité de couches. De préférence, les substrats sont à base d'un ou de matériaux non conducteurs ou peu conducteurs.

Les deux substrats employés ne sont pas forcément de même
30 dimensions. Par exemple, l'une peut être une plaque comprenant une pluralité de puces et l'autre une puce unique, de sorte à opérer un report du type puce sur plaque (ou « *chip on wafer* » en anglais). Il s'entend que l'invention peut permettre d'empiler plus de deux substrats.

Ils sont par exemple formés en un matériau à base de silicium (par exemple, en silicium poly-cristallin, ou silicium monocristallin, ou silicium sur isolant). La présente invention peut aussi s'appliquer à des substrats qui ne sont pas en silicium mais en matériau III-V comme l'InP, l'AsGa ou le GaN, ou en matériau comme le Germanium, le saphir, la silice, le verre ou le SiC.

L'un ou les deux substrats peuvent comporter une ou plusieurs couches de base semi-conductrices (en silicium notamment), recouvertes ou non d'une ou plusieurs couches d'oxyde thermique, ayant éventuellement subi des étapes de formation d'organes électroniques tels des transistors CMOS. Des parties électriquement conductrices telles des zones de cuivre peuvent aussi s'étendre suivant le plan d'une face du substrat, entre des zones non conductrices d'électricité, suivant l'épaisseur du substrat (par exemple avec des vias débouchant à la surface de la face et à connecter à des parties électriques de l'autre substrat). Les dessins ne représentent pas les éventuels organes intégrés sur l'un et/ou l'autre des substrats.

La **figure 1** illustre un premier substrat 1 comportant une première face 3 par laquelle on souhaite assembler le premier substrat 1 avec un deuxième substrat 5. De préférence, la première face 3 est dirigée suivant un plan principal (correspondant ici à l'orientation définie par le plan xy de la figure 6) ce qui n'exclut pas que la première face 3 comporte des reliefs sous forme saillante ou en creux. C'est d'ailleurs le cas avec la présence de marques 2a, 2b servant de repères d'alignement. Le nombre de marques n'est pas limité. Leur forme et profondeur non plus. Typiquement, on pourra former deux marques diamétralement opposées à proximité de la tranche 4 du premier substrat 1. D'autres marques, par exemple secondaires à différents endroits de la première face, peuvent aussi être présentes. En outre, des marques 2a, 2b pourraient tout aussi bien, en complément ou alternativement au cas représenté, être situées sur la face du premier substrat 1 opposée à la première face 3.

La **figure 2** illustre un mode de réalisation du deuxième substrat 5. Il peut ou non présenter lui aussi des organes électroniques, dont certains peuvent être apparents au niveau d'une première face 7 du deuxième substrat 5, cette première face 7 étant destinée à être assemblée avec la première face 3 du

premier substrat 1. Le deuxième substrat 5 comporte de préférence des deuxièmes marques 6a, 6a qui peuvent être réalisées de manière identique ou non à celles du premier substrat 1. Ce dernier peut globalement être identique ou similaire au premier substrat 1. Avantageusement la première face du
5 deuxième substrat 5 s'oriente suivant un plan principal (correspondant à l'orientation définie par le plan xy de la figure 6) apte à être mis au contact de la première face 3 du premier substrat 1, ces deux faces 3, 7 étant ainsi parallèles.

De manière particulièrement avantageuse, les marques 2a, 2b du premier
10 substrat 1 ont des emplacements qui coïncident idéalement, deux à deux, avec les marques 6a, 6b du deuxième substrat 5 lorsque les premières faces 3, 7 des premier et deuxième substrats 1, 3 sont assemblées.

Selon un mode de réalisation préféré, on réalise les marques par une étape de lithographie, suivie d'une étape de gravure.

15 Dans le cas représenté, de façon non limitative, le deuxième substrat 5 comporte des cavités 9 en creux relativement à la face 7. Une seule cavité pourrait être formée. La ou les cavités 9 s'étendent avantageusement suivant la première face 7 de sorte à déboucher sur au moins un bord (de préférence deux bords) correspondant à la tranche 8 du deuxième substrat 5. Ainsi,
20 chaque cavité 9 débouche à la fois sur la première face 7 et sur la tranche 8 du deuxième substrat 5. De façon indicative, l'illustration de la **figure 3** montre des cavités s'étendant de manière rectiligne. Elles peuvent être parallèles entre-elles. Des dimensions indicatives sont 100µm de large pour 50µm de profondeur (suivant l'axe z). Bien évidemment le design des cavités peut être
25 différents et plus complexe pour tenir compte des composants électroniques présents sur chaque tranche. Par exemple, les cavités peuvent opérer des virages pour contourner les composants.

De manière conventionnelle, les substrats peuvent être maintenus par des dispositifs de maintien sous forme de supports généralement appelés « chuck »
30 en anglais ; les supports permettent notamment le déplacement relatif des substrats dans le plan xy. Ils peuvent aussi participer au rapprochement des substrats suivant la direction z. Ces dispositifs permettent par exemple une

application de la face d'un substrat 1, 5 opposée à la première face 3, 7, par un circuit d'aspiration. Si l'aspiration est stoppée, le maintien est désactivé.

L'invention permet le bon positionnement relatif puis l'assemblage des deux substrats ainsi décrits. Un aspect de l'invention consiste pour ce faire à
5 insérer, à l'interface de collage des substrats, un matériau permettant de rapprocher de façon très importante (possiblement à moins de 0.1µm) les substrats et, de préférence, permettant ensuite d'aligner les substrats ou d'optimiser un premier alignement. Une couche intercalaire 11 est ainsi formée
10 avec ce matériau en contact avec les deux faces 3, 7. C'est l'épaisseur de cette couche de matériau qui va définir la distance de séparation entre les premier et deuxième substrats 1, 5. Le matériau inséré est tel qu'il va disparaître ensuite pour permettre à l'assemblage, de préférence par collage direct, de se dérouler. Cette élimination n'implique pas obligatoirement une élimination complète du matériau de la couche 11. En effet, et particulièrement lorsqu'il s'agit d'eau,
15 notamment lors d'un collage hydrophile, ce matériau peut subsister de manière résiduelle, en particulier dans le fond d'aspérités en surface des faces des substrats. L'élimination de la couche intercalaire 11 s'entend donc comme de la suppression de la couche 11 en elle-même, mais des résidus issus de cette couche n'empêchant pas la mise en contact des deux faces 3, 7 ne sont pas
20 exclus, ces résidus ne formant plus une couche.

La **figure 4** illustre la formation de la couche 11 maintenant les deux substrats 1, 5 espacés. L'épaisseur de la couche 11 peut être très faible, par exemple inférieure à 100 nm, ou même inférieure à 10 nm. La couche 11 couvre de préférence l'intégralité de la première face 3 et de la première face 7
25 ou, si les substrats sont de tailles différentes, l'intégralité de l'interface entre les deux substrats, à savoir leur zone d'assemblage. En alternative, la couche 11 peut être discontinue en ce sens qu'elle comprend plusieurs portions ne couvrant pas totalement la surface de l'interface entre les deux substrats. Par exemple, cette réalisation peut être produite lorsque le matériau de la couche
30 intercalaire 11 est déposé sous forme de plusieurs gouttes espacées sur la surface d'un des substrats ; il se peut dans ce cas que l'étalement des gouttes ne produise pas une jonction des zones du matériau ainsi déposé et/ ou un recouvrement complet de l'interface de collage des deux substrats.

Différents matériaux peuvent être employés pour cette couche 11. Bien que des matériaux en phase solide dans les conditions de mise en œuvre du procédé ne soient pas exclus, car ils permettent de maintenir l'espace souhaité entre les substrats, il est nettement préféré d'employer un matériau fluide, avantageusement en phase liquide. En effet, il est alors possible de jouer sur la viscosité du matériau pour déplacer les substrats 1, 5 et ajuster leur alignement, en employant les marques 2a, 2b, 6a, 6b comme repères. La contrainte de cisaillement qu'il faut appliquer pour permettre le déplacement est avantageusement assez faible et la viscosité du matériau est de ce fait de préférence inférieure à 100 Pa.s. Dans le cas d'une visualisation des marques par transmission optique au travers des substrats, notamment par rayons infra-rouge ou par la microscopie classique par exemple en ayant pris soin de reporter les marques d'alignement en face arrière des substrats ou utilisant des substrats transparents, le matériau de la couche 11 sera préférentiellement transparent respectivement aux infra-rouge ou dans le visible. Le matériau peut être par exemple de l'eau, de l'alcool, ou un solvant comme l'acétone. Il peut présenter un angle de goutte faible, par exemple inférieur à 10° vis-à-vis de la surface d'au moins une des première et deuxième faces 3, 7. Il peut aussi être non mouillant et présenter un angle de goutte important, par exemple supérieur à 60° vis-à-vis d'au moins une des première et deuxième faces 3, 7, afin de modifier l'interaction avec lesdites surfaces et optimiser leur parallélisme. Il est de plus souhaitable que le matériau employé soit incompressible.

Lors de la phase de réglage de l'alignement, la capillarité peut suffire à maintenir en place la couche intercalaire 11. On peut en outre ajuster le caractère hydrophile du liquide relativement à la surface du premier substrat 1 pour optimiser cette rétention.

Une fois le bon alignement obtenu, si le matériau est suffisamment visqueux pour que l'alignement ne change pas en laissant les substrats 1, 5 libres l'un par rapport à l'autre, il est alors possible de ne pas maintenir les substrats pendant que le matériau interfacial disparaît. Dans le cas contraire, il est préférable de maintenir l'alignement de substrats 1, 5 pendant que le matériau interfacial disparaît.

Pour faire disparaître le matériau de cette couche 11, il est possible de le laisser s'évaporer à température et pression ambiante si sa pression de vapeur est suffisante. Il est possible d'augmenter cette évaporation en réduisant la pression totale autour des substrats ou en réduisant simplement la pression partielle du matériau (une atmosphère anhydre dans le cas où le matériau intercalaire est de l'eau par exemple). Il est aussi possible d'augmenter la température. Afin de faciliter la disparition de ce matériau il est aussi possible d'employer des cavités 9 précédemment décrites, à l'interface de collage et débouchant sur le bord des plaques. Dans le cas des figures, seul le substrat 5 comprend des cavités 9 mais en complément ou alternativement, le premier substrat 1 pourrait en comporter.

Il est éventuellement possible de corriger l'alignement au fur et à mesure que le matériau disparaît ce qui permet de corriger l'alignement alors que les substrats 1, 5 sont de plus en plus proche l'un de l'autre.

La vitesse d'évacuation du matériau de la couche intercalaire peut être ajustée selon, notamment, le nombre de cavités. Il peut par exemple s'y produire une vaporisation du matériau et cette vaporisation sera d'autant plus importante que la surface de cavité sera élevée.

Dès que la couche de matériau a disparu de préférence sans résidu de son matériau, l'assemblage peut être mené à bien, de préférence par collage direct. Les substrats 1, 5 sont alors collés, scellant ainsi l'alignement. Selon un mode de réalisation préféré, l'étape de solidarisation s'effectue à partir des premières faces des premier et deuxième substrats. Le collage réalise une solidarisation mécanique et produit avantageusement aussi une continuité électrique entre au moins un organe intégré dans le premier substrat 1 et un autre organe intégré dans le deuxième substrat 5.

La méthode du collage direct ou « direct bonding » en anglais permet le collage direct entre substrats, ne nécessitant ni matériau de collage, ni besoin de chauffage important, ni pression élevée. Cette technologie est basée sur des phénomènes d'adhésion moléculaire entre les atomes des deux surfaces en regard.

L'étape de collage est, de préférence, suivie d'un recuit. Le recuit a l'avantage de renforcer les forces de collage entre le premier substrat 1 et le deuxième substrat 5.

Comme le contrôle de l'alignement des plaques peut être fait à de très
5 faible distance et comme l'invention permet de maintenir cet alignement au fur et à mesure que les plaques se rapprochent, une très forte précision peut être atteinte. Il est ainsi possible d'obtenir des désalignements inférieurs à 100nm.

La **figure 5** illustre le résultat du collage. Les faces 3, 7 sont au contact et solidaires, les marques étant bien alignées grâce à l'invention.

10 La **figure 6** montre un exemple de contrôle de l'alignement préalablement au collage. L'étape de positionnement relatif comprend, à titre préféré, une étape de mise en correspondance des marques du premier substrat avec les marques du deuxième substrat. On entend par mise en correspondance notamment la coopération de la projection, suivant un plan perpendiculaire à
15 l'épaisseur du substrat, d'une marque du premier substrat avec la projection, suivant un plan perpendiculaire à l'épaisseur du substrat, d'une marque du deuxième substrat de sorte à ce que lesdites projections coopèrent par superposition ou par imbrication.

De manière particulièrement avantageuse, on effectue une détection de la
20 mise en correspondance par transmission optique au travers des substrats superposés. On entend par transmission optique, la transmission d'une information transportée par des ondes lumineuses au travers des substrats, au niveau des marques. Un système de transmission optique possède, pour vérifier l'alignement deux marques, deux composants: une source de lumière
25 (les émetteurs optiques 13a, 13b schématisés en figure 6) et un détecteur de lumière (les récepteurs optiques 12a, 12b schématisés en figure 6). Les moyens d'émission et de réception optiques sont positionnés de sorte à émettre et, respectivement, recevoir un signal perpendiculairement à l'épaisseur du premier substrat 1 et au travers de l'épaisseur du deuxième substrat 2, et aussi
30 au travers de l'épaisseur de la couche intercalaire 11. Dans ce mode de réalisation, les moyens d'émission et de réception optiques sont positionnés de sorte à émettre et, respectivement, recevoir un signal perpendiculairement à l'épaisseur des substrats, soit suivant l'axe z de la figure 6.

On donne ci-après deux exemples de réalisation du procédé de l'invention. Les caractéristiques de ces exemples peuvent être mises en œuvre séparément et les aspects de deux exemples peuvent faire l'objet de toutes combinaisons entre eux pour réaliser le procédé de l'invention.

5 Dans un premier exemple, deux substrats à base de silicium, notamment de 200 mm de diamètre, de résistivité ρ comprise par exemple entre 1 et 50 Ohm/cm et présentant de préférence des marques d'alignement en face avant (les faces 3 et 7) sont nettoyés par exemple par une solution d'eau ozonée présentant 40mg/l d'ozone, par une solution d'APM (ammonium peroxyde
10 mixture) avec une concentration en ammoniacale, eau oxygénée, et eau désionisée respectivement de 0.25/1/5 en proportions volumiques. Ensuite les deux substrats 1, 5 sont séchés dans un sécheur.

Pour former la couche intercalaire 11, une goutte (par exemple d'eau), pouvant être d'un volume de 3.2mm³ pour une première face de 200 mm, est
15 alors déposée au centre du substrat du dessous avantageusement en position telle que la première face soit à l'horizontale. Cela est représenté en figure 1 avec une goutte 10. Cette goutte 10 peut être unique ou non. Elle est de préférence placée au milieu de la première face 3 du premier substrat 1. Ensuite les substrats sont rapprochés pour étaler la goutte depuis le centre et
20 laisser un matelas liquide d'une épaisseur possiblement de 100nm entre les substrats. Ce rapprochement peut être complètement mécanique par au moins un dispositif de maintien, ou réalisé simplement en laissant tomber, par gravité, le deuxième substrat 5 sur le premier. Il peut avantageusement être une combinaison des deux pour bien étaler la goutte depuis le centre du substrat 1
25 vers les bords et ensuite laisser la gravitation finir le rapprochement en utilisant le matelas de liquide qui se forme pour garantir la séparation physique des substrats avant la fin de l'alignement. Cet alignement peut avoir lieu pendant le rapprochement et après ce dernier ou seulement une fois que les faces 3, 7 sont très proches l'une de l'autre. Le contrôle de l'alignement peut se faire
30 comme sur la figure 6 par infra-rouge. Une fois l'alignement effectué, le vide peut être réalisé autour des substrats 1, 5 pour retirer la couche intercalaire 11. Tant que le matériau de la couche 11 n'est pas retiré et que le collage direct ne s'est pas enclenché, l'alignement est contrôlé et corrigé si besoin. Dès que le

collage direct est déclenché, le contrôle de l'alignement n'est plus nécessaire. Il est souhaitable de maintenir les substrats sous vide tant que le collage direct n'est pas effectif sur l'ensemble de la surface. Une variante peut consister à remplacer le vide par une atmosphère d'azote anhydre ayant une température de point de rosée inférieure à -10°C ou inférieure à -85°C.

Suivant un deuxième exemple, un substrat par exemple de silicium et de 200mm de diamètre, de résistivité ρ comprise de préférence entre 1 et 50 Ohm/cm et présentant des marques d'alignement avantageusement en face avant et des cavités 9, s'étendant sur toute la première face 7 du deuxième substrat 5 comme sur la figure 3, est nettoyé par une solution telle qu'une solution d'eau ozonée présentant 40mg/l d'ozone, par une solution d'APM (ammonium peroxyde mixture) avec une concentration en ammoniacque, eau oxygénée, et eau désionisée respectivement de 0.25/1/5 en proportions volumiques. Un deuxième substrat 5, par exemple de taille, matériau et marques identiques est aussi employé et nettoyé. Ensuite les deux substrats 1, 5 sont séchés dans un sécheur.

D'une façon générale, la formation de la couche intercalaire de l'invention peut s'opérer de différentes manières. On peut d'abord déposer une ou plusieurs gouttes réparties sur l'un des substrats. La ou les gouttes sont ensuite étalées. Suivant une possibilité applicable à l'exemple ici donné, pour former le film d'eau intercalaire, un des substrats, de préférence sans cavités, est mouillé et un mouvement de rotation rapide permet d'obtenir un film liquide d'épaisseur fine, par exemple 100nm. L'étalement peut aussi être produit ou parfait par le contact de l'autre substrat, s'appliquant de l'autre côté du film à former.

Ensuite les substrats sont rapprochées jusqu'à obtenir un matelas liquide d'une épaisseur par exemple de 100nm entre les substrats 1, 5 comme sur la figure 4. Ce rapprochement peut être complètement mécanique ou réalisé simplement en laissant tomber le deuxième substrat 5 du dessus sur le premier. Il peut avantageusement être une combinaison des deux pour bien étaler la goutte depuis le centre de la première face 3 vers les bords et ensuite laisser la gravitation finir le rapprochement en utilisant le matelas de liquide qui se forme pour garantir la séparation physique des substrats 1, 5 avant la fin de l'alignement. Cet alignement peut avoir lieu pendant le rapprochement et après

ce dernier ou seulement une fois que les substrats sont très proches l'un de l'autre. Le contrôle de l'alignement peut se faire par infrarouge. Une fois l'alignement effectué, le vide est avantageusement réalisé autour des plaques pour retirer le matériau de la couche intercalaire. Les cavités 9 débouchantes
5 permettent un retrait plus rapide de ce matériau. Tant que le matériau n'est pas retiré et que le collage direct ne s'est pas enclenché, l'alignement est contrôlé et corrigé si besoin. Dès que le collage direct est déclenché, le contrôle de l'alignement n'est plus nécessaire, comme en figure 5. En revanche, il est souhaitable de maintenir les plaques sous vide tant que le collage direct n'est
10 pas effectif sur l'ensemble de la surface des faces 3, 7. Une variante peut consister à remplacer le vide par une atmosphère d'azote anhydre ayant une température de point de rosée inférieure à -10°C ou inférieure à -85°C.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits mais s'étend à tout mode de réalisation conforme à son
15 esprit.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'assemblage d'une première face (3) d'un premier substrat (1) et d'une première face (7) d'un deuxième substrat (5), caractérisé en ce qu'il
5 comprend :
 - une formation d'une couche intercalaire (11) entre la première face (3) du premier substrat (1) et la première face (3) du deuxième substrat (5), la couche intercalaire (11) étant au contact de la première face (3) du premier substrat (1) et de la première face (7) du deuxième substrat (5);
 - 10 - une élimination de la couche intercalaire (11) entraînant une mise en contact de la première face (3) du premier substrat (1) et de la première face (7) du deuxième substrat (5).
2. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel on effectue un contrôle de l'alignement des premier et deuxième substrats (1, 5)
15 avant et/ou pendant l'élimination de la couche intercalaire (11).
3. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel le contrôle de l'alignement comprend une modification de la position relative des premier et deuxième substrats suivant un plan parallèle aux premières faces des premier et deuxième substrats.
- 20 4. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élimination de la couche intercalaire (11) comprend une évaporation du matériau de ladite couche intercalaire (11).
5. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élimination de la couche intercalaire (11) comprend une évacuation du
25 matériau de ladite couche intercalaire (11) en dehors des premières faces (3,7) des premier et deuxième substrats (1,5).
6. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel l'évacuation comprend la formation d'un vide autour des premier et deuxième substrats (1,5).
- 30 7. Procédé d'assemblage selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel l'évacuation est opérée au moins en partie via au moins une cavité (9) débouchant à la surface de la première face d'au moins l'un parmi le premier et le deuxième substrats (1,5).

8. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel la au moins une cavité (9) est formée de manière à déboucher sur une partie de tranche du substrat (1,5).
9. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans
5 lequel l'étape de mise en contact est configurée pour produire un collage direct entre les premières faces (3,7).
10. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le matériau de la couche intercalaire est incompressible.
11. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans
10 lequel le matériau de la couche intercalaire (11) est un liquide.
12. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel le matériau de la couche intercalaire (11) présente une viscosité inférieure à 1 pascal.seconde à 20°C.
13. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans
15 lequel le matériau de la couche intercalaire (11) est choisi parmi l'eau, un solvant notamment de l'acétone, un alcool.
14. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la couche intercalaire (11) est choisie avec une épaisseur inférieure à 100 nm.
- 20 15. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la formation de la couche intercalaire (11) comprend un dépôt d'au moins une goutte (10) d'un matériau destiné à former la couche intercalaire (11) sur le premier substrat (1).
16. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel une
25 goutte (10) est déposée au centre de la première face (3) du premier substrat (1).
17. Procédé d'assemblage selon l'une des deux revendications précédentes dans lequel la formation de la couche intercalaire (11) comprend un étalement de la au moins une goutte par une mise en rotation du premier substrat (1)
30 suivant un axe dirigé suivant son épaisseur.
18. Procédé selon l'une des trois revendications précédentes, dans lequel la formation de la couche intercalaire comprend un rapprochement relatif des premier et deuxième substrats (1,5) configuré pour étaler la au moins une

goutte (10) sur les premières faces (3,7) des premier et deuxième substrats (1,5).

19. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel le rapprochement relatif est opéré, sur au moins une partie finale de sa course, par descente gravitaire du deuxième substrat (5) vers le premier substrat (1).

20. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la descente gravitaire est opérée en libérant le deuxième substrat (5) de l'emprise d'un dispositif de maintien.

21. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, après le rapprochement relatif, on réactive l'emprise du dispositif de maintien sur le deuxième substrat (5).

22. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on forme au moins un composant microélectronique sur au moins l'un parmi le premier substrat (1) et le deuxième substrat (5).

23. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel on forme un premier composant microélectronique sur le premier substrat (1) et un deuxième composant sur le deuxième substrat (5), la mise en contact de la première face (3) du premier substrat (1) et de la première face (3) du deuxième substrat (5) étant configurée pour mettre en contact les premier et deuxième composants microélectroniques.

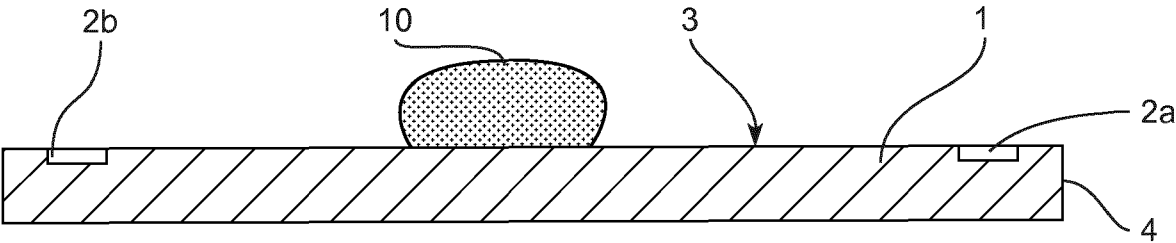


FIG. 1

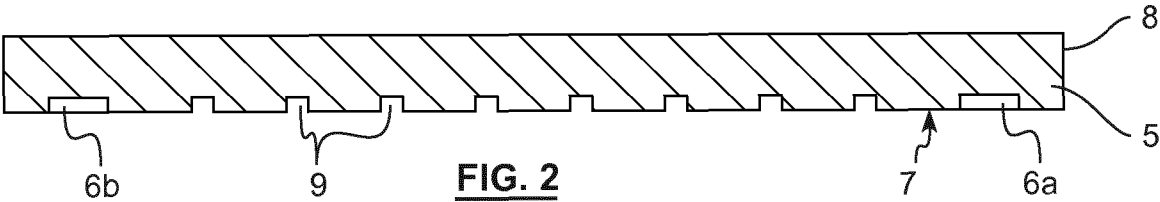


FIG. 2

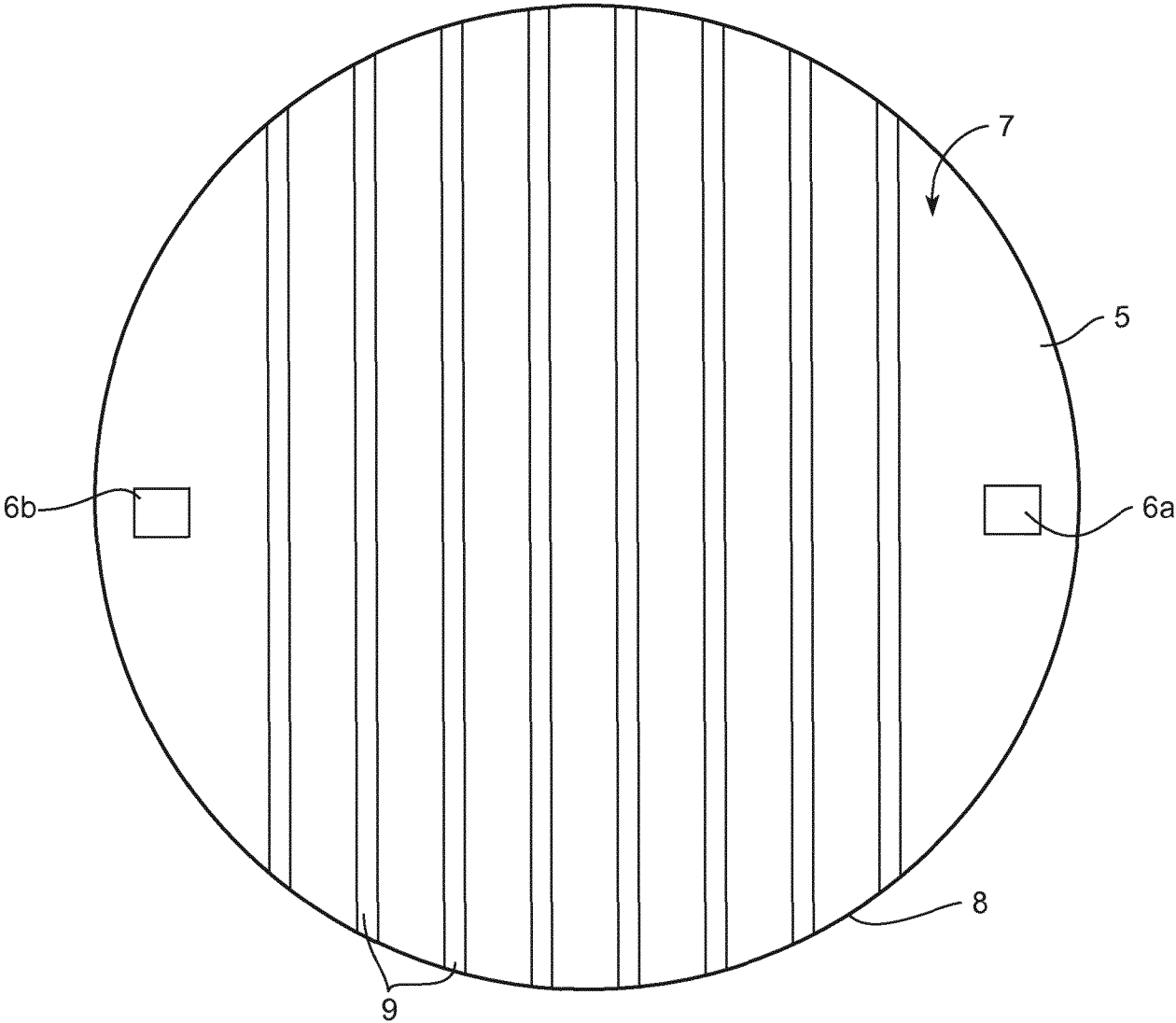


FIG. 3

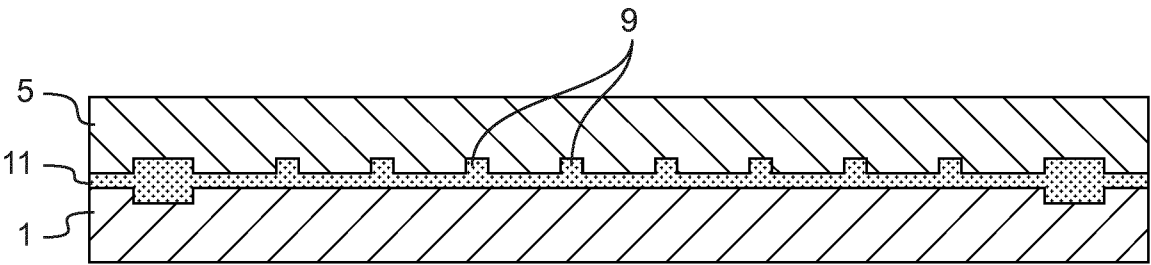


FIG. 4

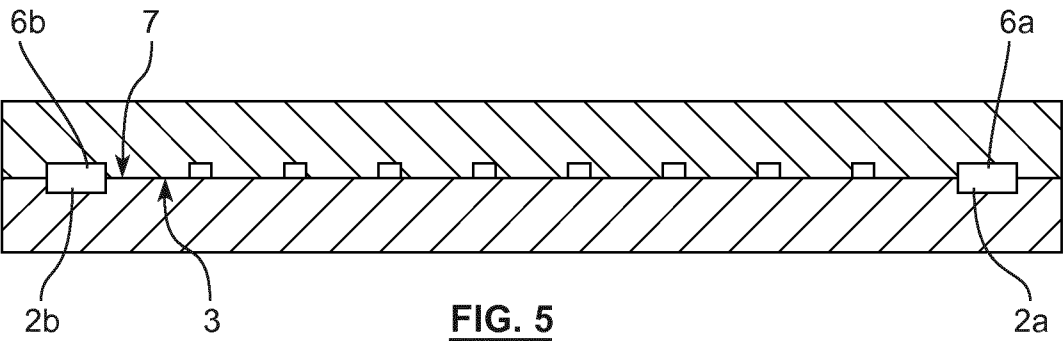


FIG. 5

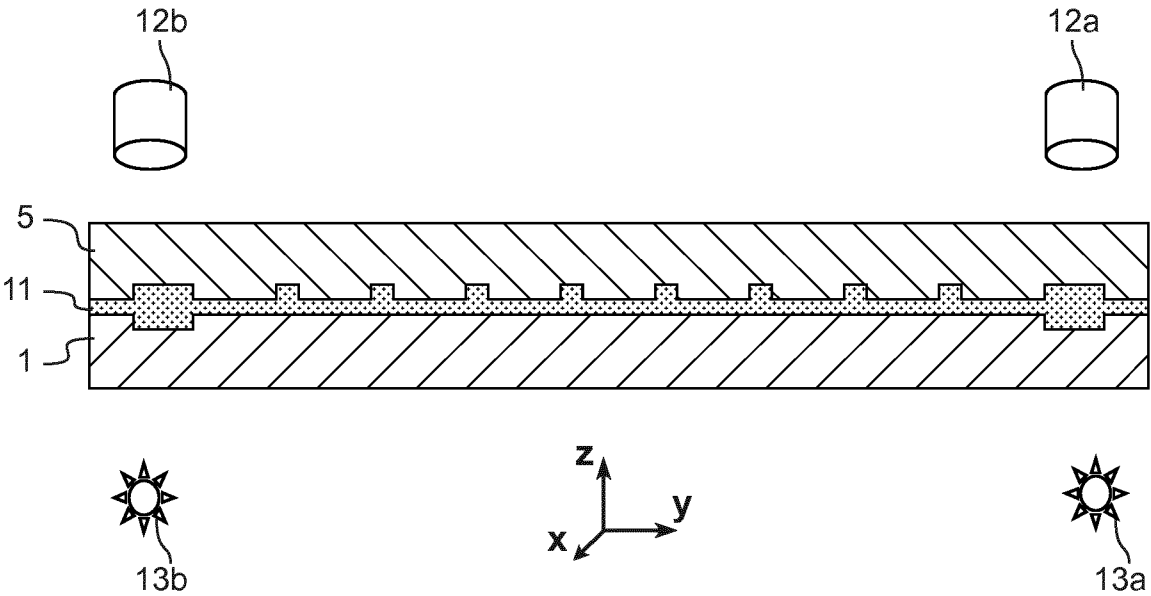


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/056748A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L21/683 H01L21/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	V Masteika ET AL: "A Review of Hydrophilic Silicon Wafer Bonding", ECS Journal of Solid State Science and Technology, 1 January 2014 (2014-01-01), pages 42-54, XP055276742, DOI: 10.1149/2.007403jss] Retrieved from the Internet: URL:http://jss.ecsdl.org/content/3/4/Q42.full.pdf	1
Y	sentences 9-19 -/--	2-23



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 June 2016

Date of mailing of the international search report

13/06/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kästner, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/056748

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	& SHIMBO M ET AL: "SILICON-TO-SILICON DIRECT BONDING METHOD", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, US, vol. 60, no. 8, 15 October 1986 (1986-10-15), pages 2987-2989, XP000654275, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.337750 abstract -----	
X	US 4 962 062 A (UCHIYAMA MAKOTO [JP] ET AL) 9 October 1990 (1990-10-09)	1
Y	examples 1,2 -----	2-23
X	EP 0 603 849 A2 (CANON KK [JP]) 29 June 1994 (1994-06-29) column 4, line 54 - column 5, line 14; figure 1 -----	1
Y	EP 1 564 804 A1 (THALLNER ERICH DIPL-ING [AT]) 17 August 2005 (2005-08-17) paragraph [0034] - paragraph [0038]; figure 2 -----	2-23
Y	US 6 242 817 B1 (GRANDE WILLIAM J [US] ET AL) 5 June 2001 (2001-06-05) column 3, lines 53-56; figures 1-7 column 4, lines 29, 30 -----	2-23
Y	WO 2013/097894 A1 (EV GROUP E THALLNER GMBH [AT]; BURGGRAF JUERGEN [AT]) 4 July 2013 (2013-07-04) page 3, lines 23-30; figure 2 -----	2-23
A	DE 196 48 501 A1 (MAX PLANCK GESELLSCHAFT [DE]) 28 May 1998 (1998-05-28) abstract; figure 1 -----	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/056748

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4962062	A	09-10-1990	JP S6471115 A 16-03-1989
			JP H07111940 B2 29-11-1995
			US 4962062 A 09-10-1990
EP 0603849	A2	29-06-1994	DE 69329374 D1 12-10-2000
			DE 69329374 T2 08-03-2001
			EP 0603849 A2 29-06-1994
			JP H06244389 A 02-09-1994
			US 5763288 A 09-06-1998
EP 1564804	A1	17-08-2005	AT 465512 T 15-05-2010
			AT 500075 A2 15-10-2005
			DE 102004007060 B3 07-07-2005
			EP 1564804 A1 17-08-2005
			US 2005181579 A1 18-08-2005
			US 2009298207 A1 03-12-2009
US 6242817	B1	05-06-2001	NONE
WO 2013097894	A1	04-07-2013	CN 104247000 A 24-12-2014
			EP 2798670 A1 05-11-2014
			JP 2015509284 A 26-03-2015
			KR 20140107343 A 04-09-2014
			SG 2014009963 A 26-09-2014
			TW 201330052 A 16-07-2013
			US 2014360666 A1 11-12-2014
			WO 2013097894 A1 04-07-2013
DE 19648501	A1	28-05-1998	DE 19648501 A1 28-05-1998
			US 6010591 A 04-01-2000

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/056748

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01L21/683 H01L21/18 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	V Masteika ET AL: "A Review of Hydrophilic Silicon Wafer Bonding", ECS Journal of Solid State Science and Technology, 1 janvier 2014 (2014-01-01), pages 42-54, XP055276742, DOI: 10.1149/2.007403jss]	1
Y	Extrait de l'Internet: URL: http://jss.ecsdl.org/content/3/4/Q42.full.pdf phrases 9-19 -/-	2-23
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
1 juin 2016		13/06/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Kästner, Martin

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
	& SHIMBO M ET AL: "SILICON-TO-SILICON DIRECT BONDING METHOD", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, US, vol. 60, no. 8, 15 octobre 1986 (1986-10-15), pages 2987-2989, XP000654275, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.337750 abrégé -----	
X	US 4 962 062 A (UCHIYAMA MAKOTO [JP] ET AL) 9 octobre 1990 (1990-10-09)	1
Y	exemples 1,2 -----	2-23
X	EP 0 603 849 A2 (CANON KK [JP]) 29 juin 1994 (1994-06-29) colonne 4, ligne 54 - colonne 5, ligne 14; figure 1 -----	1
Y	EP 1 564 804 A1 (THALLNER ERICH DIPL-ING [AT]) 17 août 2005 (2005-08-17) alinéa [0034] - alinéa [0038]; figure 2 -----	2-23
Y	US 6 242 817 B1 (GRANDE WILLIAM J [US] ET AL) 5 juin 2001 (2001-06-05) colonne 3, lignes 53-56; figures 1-7 colonne 4, lignes 29, 30 -----	2-23
Y	WO 2013/097894 A1 (EV GROUP E THALLNER GMBH [AT]; BURGGRAF JUERGEN [AT]) 4 juillet 2013 (2013-07-04) page 3, lignes 23-30; figure 2 -----	2-23
A	DE 196 48 501 A1 (MAX PLANCK GESELLSCHAFT [DE]) 28 mai 1998 (1998-05-28) abrégé; figure 1 -----	1-23

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/056748

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4962062	A	09-10-1990	JP S6471115 A	16-03-1989
			JP H07111940 B2	29-11-1995
			US 4962062 A	09-10-1990
EP 0603849	A2	29-06-1994	DE 69329374 D1	12-10-2000
			DE 69329374 T2	08-03-2001
			EP 0603849 A2	29-06-1994
			JP H06244389 A	02-09-1994
			US 5763288 A	09-06-1998
EP 1564804	A1	17-08-2005	AT 465512 T	15-05-2010
			AT 500075 A2	15-10-2005
			DE 102004007060 B3	07-07-2005
			EP 1564804 A1	17-08-2005
			US 2005181579 A1	18-08-2005
			US 2009298207 A1	03-12-2009
US 6242817	B1	05-06-2001	AUCUN	
WO 2013097894	A1	04-07-2013	CN 104247000 A	24-12-2014
			EP 2798670 A1	05-11-2014
			JP 2015509284 A	26-03-2015
			KR 20140107343 A	04-09-2014
			SG 2014009963 A	26-09-2014
			TW 201330052 A	16-07-2013
			US 2014360666 A1	11-12-2014
			WO 2013097894 A1	04-07-2013
DE 19648501	A1	28-05-1998	DE 19648501 A1	28-05-1998
			US 6010591 A	04-01-2000