

PROCEDE DE CONDITIONNEMENT DE MICRO-COMPOSANTS
ET ENSEMBLE DE MICRO-COMPOSANTS EN RESULTANT.

5 L'invention concerne, de façon générale, les techniques de conditionnement de micro-composants électroniques.

Plus précisément, l'invention concerne, selon un premier aspect, un procédé de conditionnement de micro-
10 composants, tels que des micro-systèmes électromécaniques, réalisés en nombre sur une même plaquette de substrat, ce procédé comprenant une opération consistant à enfermer chaque micro-composant dans une cavité entourée par au moins deux parois dont
15 la première est constituée par le substrat.

En dépit des nombreuses techniques de fabrication développées en micro-électronique, le conditionnement des micro-composants, et en particulier des micro-
20 systèmes électromécaniques, reste une opération relativement longue, complexe et coûteuse, l'invention ayant précisément pour but de proposer un procédé de conditionnement exempt de ces défauts.

25 A cette fin, le procédé de l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend une opération préparatoire consistant à réaliser une plaque de recouvrement dimensionnée pour
30 recouvrir simultanément plusieurs micro-composants ou tous les micro-composants de la plaquette et à déposer

2

une couche de métal sur une face inférieure de la plaque de recouvrement et / ou sur une face supérieure de la plaquette, une opération de recouvrement consistant à recouvrir la plaquette par la plaque de recouvrement, la face inférieure de la plaque de recouvrement formant alors, à travers la ou les couches de métal, une interface de contact avec la face supérieure de la plaquette, une opération de pressage consistant à appliquer sur la plaque de recouvrement et la plaquette une pression de contact au moins égale à un bar, et une opération de scellement, concomitante à l'opération de pressage et consistant à chauffer, jusqu'à l'obtention d'un scellement, la ou les couches de métal à l'interface de contact, au moins en une pluralité de zones formant des zones de scellement, chaque cavité étant dotée d'au moins une zone de scellement, et la deuxième paroi de chaque cavité étant constituée au moins par une partie de la plaque de recouvrement et / ou de sa couche de métal, et en ce que l'opération de scellement est mise en œuvre en irradiant la ou chaque couche de métal de l'interface de contact par un rayonnement électromagnétique absorbé par cette couche de métal, et à travers au moins une couche transparente à ce rayonnement, cette couche transparente étant constituée au moins par la plaquette ou par la plaque de recouvrement.

Comme le comprendra aisément l'homme du métier, les adjectifs de localisation tels que "inférieure" et "supérieure" sont à interpréter de façon relative et

dans un référentiel spatial librement choisi par rapport au repère terrestre.

Dans ce cas, le rayonnement électromagnétique peut par exemple être constitué par un faisceau lumineux dans le domaine de l'infrarouge. Dans le cas de l'infrarouge, ce rayonnement peut être généré par un laser YAG Nd.

Ce rayonnement électromagnétique peut être appliqué séquentiellement ou en parallèle sur toute une face de la couche transparente, chaque micro-composant étant protégé du rayonnement électromagnétique par un écran thermique disposé sur une face de la couche transparente.

15

Pour ce faire, il est possible de prévoir que la face inférieure de la plaque de recouvrement soit intégralement recouverte d'une couche de métal, chaque cavité étant ainsi couverte par une zone de cette couche de métal, que la plaque de recouvrement soit utilisée en tant que couche transparente, et que l'écran thermique de chaque cavité comprenne au moins la zone de la couche de métal qui couvre cette cavité.

Ce mode opératoire peut être appliqué aussi bien dans le cas où chaque cavité est formée dans la plaquette de substrat que dans le cas où chaque cavité est formée dans la plaque de recouvrement.

Il est cependant également possible de prévoir que chaque cavité soit formée dans la plaquette de

substrat, que la plaque de recouvrement soit utilisée en tant que couche transparente, et que l'écran thermique de chaque cavité comprenne une couche opaque au rayonnement électromagnétique, déposée sur la face supérieure de la plaque de recouvrement au-dessus de cette cavité.

Il est encore possible de prévoir que chaque cavité soit formée dans la plaquette de substrat, que la plaquette soit utilisée en tant que couche transparente, et que l'écran thermique de chaque cavité comprenne une couche opaque au rayonnement électromagnétique, déposée sur la face inférieure de la plaquette, à l'aplomb de cette cavité.

15

Quel que soit l'agencement spécifique choisi, il est particulièrement avantageux que la plaque de recouvrement soit réalisée en un matériau polymère, ou en verre, de préférence en un verre à faible coefficient de dilatation, tel qu'un verre au borosilicate.

Cette plaque de recouvrement est par ailleurs avantageusement réalisée au moyen d'une technique de réplique polymère ou d'emboutissage à chaud.

Le métal est par exemple constitué d'or ou en contient, ou encore de nickel, ou en contient, et le substrat est par exemple constitué de silicium ou en contient.

30

De préférence, chaque cavité est intégralement entourée par sa zone de scellement.

Le procédé de conditionnement tel que défini précédemment peut être complété par une opération de découpe, postérieure à l'opération de scellement, et consistant à séparer les uns des autres les micro-composants d'une même plaquette, chaque micro-composant restant encapsulé dans sa cavité.

10

L'invention concerne également un ensemble de micro-composants, tels que des micro-systèmes électromécaniques, réalisé par la mise en œuvre d'un procédé tel que précédemment défini.

15

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans
20 lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe partielle agrandie et schématique d'une plaquette de substrat et d'une plaque de recouvrement, préparées en vue de leur
25 scellement suivant un premier mode de réalisation de l'invention;

- la figure 2 est une vue en coupe partielle agrandie et schématique d'une plaquette de substrat et d'une
30 plaque de recouvrement, préparées en vue de leur

scellement suivant un deuxième mode de réalisation de l'invention;

5 - la figure 3 est une vue en coupe partielle agrandie et schématique d'une plaquette de substrat et d'une plaque de recouvrement, préparées en vue de leur scellement suivant un troisième mode de réalisation de l'invention;

10 - la figure 4 est une vue en coupe partielle agrandie et schématique d'une plaquette de substrat et d'une plaque de recouvrement, en cours de scellement suivant un quatrième mode de réalisation de l'invention; et

15 - la figure 5 est une vue en coupe partielle agrandie et schématique d'une plaquette de substrat et d'une plaque de recouvrement, en cours de scellement suivant un cinquième mode de réalisation de l'invention.

20 Comme annoncé précédemment, l'invention concerne notamment un procédé pour conditionner des micro-composants 1, en particulier des micro-systèmes électromécaniques, préalablement réalisés en nombre sur une même plaquette ou galette 2 de substrat, par
25 exemple en silicium ou en un autre matériau semi-conducteur.

La finalité de ce procédé est d'enfermer chaque micro-composant 1 dans une cavité 3 entourée par plusieurs
30 parois telles que 31 et 32, et dont la première paroi 31 est constituée par le substrat 2.

Pour ce faire, le procédé de l'invention comprend tout d'abord une opération préparatoire consistant à réaliser une plaque de recouvrement 4 et à déposer au moins une couche de métal 5, par exemple de l'or.

La plaque de recouvrement 4 est dimensionnée pour recouvrir simultanément plusieurs micro-composants 1 de la plaquette 2, et très préférablement même tous les micro-composants 1 de cette plaquette.

Bien que la plaque de recouvrement 4 puisse être réalisée en silicium ou en tout autre matériau semi-conducteur, elle peut avantageusement aussi être réalisée en un matériau polymère, ou en verre, de préférence en un verre à faible coefficient de dilatation, tel qu'un verre au borosilicate.

Cette plaque 4 peut ainsi notamment être réalisée au moyen d'une technique de réplique polymère ou d'emboutissage à chaud.

Dans la technique de réplique polymère, mieux connue de l'homme du métier sous sa dénomination anglo-saxonne de "nano-imprint", une forme, par exemple une plaquette de verre ou de silicium, est sculptée selon un profil en trois dimensions au moyen par exemple d'un usinage ionique. Cette forme est recouverte d'une plaque métallique, par exemple en nickel, qui est pressée contre la surface sculptée, fournissant un négatif de cette surface. La plaque métallique ainsi formée est

utilisée comme moule pour une résine polymère injectée sous pression sur cette plaque et chauffée à son contact. On obtient ainsi une réplique, en polymère, de la surface initialement sculptée. Cette dernière
5 opération, qui peut être utilisée un grand nombre de fois sans dégradation du moule, est connue pour son application au pressage des disques compacts audio.

Dans la technique d'emboutissage à chaud, mieux connue
10 de l'homme du métier sous sa dénomination anglo-saxonne de "hot-embossing", une forme constituant un négatif est initialement réalisée sur un substrat, par exemple en silicium ou en matériau réfractaire. Cette surface est ensuite mise en forme par pressage contre une
15 galette en polymère ou recouverte de polymère. Cette technique autorise la mise en forme de matériaux à point de fusion plus élevé, tels que les métaux ou le verre.

20 La couche de métal 5, dont il faut comprendre qu'elle peut notamment être constituée d'or, de nickel, ou d'un alliage métallique, est déposée sur la face inférieure 41 de la plaque de recouvrement 4 et / ou sur la face supérieure 22 de la plaquette 2, les termes "inférieur"
25 et "supérieur" devant ici s'entendre pour une certaine orientation arbitraire dans l'espace, correspondant aux dessins.

Le procédé de l'invention comprend ensuite une
30 opération de recouvrement qui consiste à recouvrir la plaquette 2 par la plaque de recouvrement 4.

A l'issue de cette opération, la face inférieure 41 de la plaque de recouvrement 4 forme ainsi, à travers la ou les couches de métal 5, une interface de contact 6 (figures 4 et 5) avec la face supérieure 22 de la plaquette 2.

Le procédé de l'invention comprend ensuite une opération de pressage qui consiste à appliquer sur la plaque de recouvrement 4 et sur la plaquette 2 une pression de contact mutuel au moins égale à un bar, et typiquement comprise entre 1 bar et 5 bars.

Le procédé de l'invention comprend également une opération de scellement, concomitante à l'opération de pressage et qui consiste à chauffer, jusqu'à l'obtention d'un scellement, la ou les couches de métal 5 à l'interface de contact 6 au moins en une pluralité de zones 7 qui, à l'issue de cette opération, forment des zones de scellement.

La température de chauffage atteint typiquement 400 °C localement, c'est-à-dire une température supérieure à celle de l'eutectique or-silicium dans le cas où la couche de métal 5 est au moins partiellement constituée d'or et où le substrat 2 et la plaque de recouvrement 4 sont constitués de silicium.

Des températures différentes, et notamment supérieures, peuvent cependant être prévues dans les cas d'utilisation d'autres métaux ou alliages ou d'autres

matériaux pour le substrat et / ou la plaque de recouvrement 4.

Le scellement est réalisé de manière que chaque cavité 3 soit dotée d'au moins une zone de scellement 7.

A l'issue de l'opération de scellement, la deuxième paroi 32 de chaque cavité 3 est constituée par une partie de la plaque de recouvrement 4 et / ou de sa couche de métal 5.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, l'opération de scellement est mise en œuvre en irradiant la ou chaque couche de métal 5 de l'interface de contact 6 par un rayonnement électromagnétique REM susceptible d'être absorbé par cette couche de métal 5.

Pour ce faire, l'irradiation est réalisée à travers une couche transparente au rayonnement REM utilisé, cette couche transparente étant constituée soit par la plaque de recouvrement 4 (figure 4), soit par la plaquette 2 (figure 5), soit éventuellement par les deux à la fois pour autant que la plaque de recouvrement 4 et la plaquette 2 soient toutes deux transparentes au rayonnement REM utilisé.

Le rayonnement électromagnétique REM peut être avantageusement constitué par un faisceau lumineux dans le domaine de l'infrarouge, par exemple un faisceau de 1064 nm de longueur d'onde produit par un laser YAG Nd pulsé ou continu.

Le rayonnement électromagnétique REM peut être appliqué sous la forme d'un faisceau sélectivement dirigé, par mouvement relatif de ce faisceau et de la plaquette 2, sur les zones à chauffer destinées à devenir des zones de scellement 7.

Cette technique est notamment avantageuse dans le cas, illustré à la figure 1, où les micro-composants 1 ne sont pas protégés contre le rayonnement REM et risqueraient d'être endommagés par une application non sélective de ce rayonnement sur toute la surface de la plaquette 2 ou de la plaque de recouvrement 4.

Cependant, il est également possible de prévoir que le rayonnement électromagnétique soit appliqué séquentiellement ou en parallèle sur toute la surface de la couche transparente, et de protéger chaque micro-composant 1 du rayonnement électromagnétique REM par un écran thermique 8 disposé sur une face de la couche transparente, c'est-à-dire soit sur une face de la plaquette 2, soit sur une face de la plaque de recouvrement 4, soit sur les deux.

Comme le montrent les figures 2 et 3, qui illustrent des agencements dans lesquels la plaque de recouvrement 4 est avantageusement utilisée en tant que couche transparente, la face inférieure 41 de la plaque de recouvrement 4 peut être intégralement recouverte d'une couche de métal 5.

12

Ainsi, chaque cavité 3 est couverte par une zone de cette couche de métal 5, et l'écran thermique 8 de chaque cavité 3 est au moins formé par la zone de la couche de métal 5 qui couvre cette cavité 3.

5

Ce mode de protection peut être utilisé aussi bien dans le cas, illustré à la figure 2, où chaque cavité 3 est formée dans la plaquette de substrat 2, que dans le cas, illustré à la figure 3, où chaque cavité 3 est
10 formée dans la plaque de recouvrement 4.

Néanmoins, dans le cas où chaque cavité 3 est formée dans la plaquette de substrat 2 et où la plaque de recouvrement 4 est utilisée en tant que couche
15 transparente, il est également possible, comme le montre la figure 4, de prévoir que l'écran thermique de chaque cavité 3 comprenne aussi une couche 9 opaque au rayonnement électromagnétique, par exemple métallique, et déposée sur la face supérieure 42 de la plaque de
20 recouvrement 4 au-dessus de cette cavité 3.

Dans le cas où chaque cavité 3 est formée dans la plaquette de substrat 2 et où la plaquette de substrat 2 est utilisée en tant que couche transparente, il est
25 possible, comme le montre la figure 5, de prévoir que l'écran thermique de chaque cavité 3 comprenne une couche 9 opaque au rayonnement électromagnétique, par exemple métallique, et déposée sur la face inférieure 21 de la plaquette 2, à l'aplomb de cette cavité 3.

30

13

Pour assurer une protection optimale de chaque micro-composant 1, il est utile de prévoir que la zone de scellement 7 associée à chaque cavité 3 entoure intégralement cette dernière et la rende ainsi étanche.

5

Postérieurement au scellement, le procédé de l'invention comprend une opération de découpe qui consiste à séparer les uns des autres les micro-composants 1 d'une même plaquette 2 en découpant la
10 plaquette 2 et la plaque 4 tout autour de chaque cavité 3, chaque micro-composant 1 restant ainsi encapsulé dans sa cavité 3.

L'invention concerne également bien sûr tout ensemble
15 de micro-composants, tels que des micro-systèmes électromécaniques 1, réalisé par la mise en œuvre d'un procédé tel que précédemment décrit.

20

REVENDICATIONS.

1. Procédé de conditionnement de micro-composants
5 (1), tels que des micro-systèmes électromécaniques, réalisés en nombre sur une même plaquette (2) de substrat, ce procédé comprenant une opération consistant à enfermer chaque micro-composant (1) dans une cavité (3) entourée par au moins deux parois (31,
10 32) dont la première (31) est constituée par le substrat (2), caractérisé en ce qu'il comprend une opération préparatoire consistant à réaliser une plaque de recouvrement (4) dimensionnée pour recouvrir simultanément plusieurs micro-composants (1) ou tous
15 les micro-composants (1) de la plaquette (2) et à déposer une couche de métal (5) sur une face inférieure (41) de la plaque de recouvrement (4) et / ou sur une face supérieure (22) de la plaquette (2), une opération de recouvrement consistant à recouvrir la plaquette (2)
20 par la plaque de recouvrement (4), la face inférieure (41) de la plaque de recouvrement (4) formant alors, à travers la ou les couches de métal (5), une interface de contact (6) avec la face supérieure (22) de la plaquette (2), une opération de pressage consistant à
25 appliquer sur la plaque de recouvrement (4) et la plaquette (2) une pression de contact au moins égale à un bar, et une opération de scellement, concomitante à l'opération de pressage et consistant à chauffer, jusqu'à l'obtention d'un scellement, la ou les couches
30 de métal (5) à l'interface de contact (6), au moins en une pluralité de zones (7) formant des zones de

scellement, chaque cavité (3) étant dotée d'au moins une zone de scellement (7), et la deuxième paroi (32) de chaque cavité (3) étant constituée au moins par une partie de la plaque de recouvrement (4) et / ou de sa
5 couche de métal (5), et en ce que l'opération de scellement est mise en œuvre en irradiant la ou chaque couche de métal (5) de l'interface de contact (6) par un rayonnement électromagnétique absorbé par cette couche de métal (5), et à travers au moins une couche
10 transparente (2, 4) à ce rayonnement, cette couche transparente (2, 4) étant constituée au moins par la plaquette (2) ou par la plaque de recouvrement (4).

2. Procédé de conditionnement suivant la
15 revendication 1, caractérisé en ce que le rayonnement électromagnétique est constitué par un faisceau lumineux dans le domaine de l'infrarouge, par exemple produit par un laser YAG Nd.

20 3. Procédé de conditionnement suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le rayonnement électromagnétique est appliqué séquentiellement ou en parallèle sur toute une face de la couche transparente (2, 4), et en ce que chaque
25 micro-composant (1) est protégé du rayonnement électromagnétique par un écran thermique (8, 9) disposé sur une face de la couche transparente (2, 4).

4. Procédé de conditionnement suivant la
30 revendication 3, caractérisé en ce que la face inférieure (41) de la plaque de recouvrement (4) est

intégralement recouverte d'une couche de métal (5),
chaque cavité (3) étant ainsi couverte par une zone de
cette couche de métal (5), en ce que la plaque de
recouvrement (4) est utilisée en tant que couche
5 transparente, et en ce que l'écran thermique (8) de
chaque cavité (3) comprend au moins la zone de la
couche de métal (5) qui couvre cette cavité (3).

5. Procédé de conditionnement suivant la
10 revendication 4, caractérisé en ce que chaque cavité
(3) est formée dans la plaquette de substrat (2).

6. Procédé de conditionnement suivant la
revendication 4, caractérisé en ce que chaque cavité
15 (3) est formée dans la plaque de recouvrement (4).

7. Procédé de conditionnement suivant la
revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que chaque
cavité (3) est formée dans la plaquette de substrat
20 (2), en ce que la plaque de recouvrement (4) est
utilisée en tant que couche transparente, et en ce que
l'écran thermique (8, 9) de chaque cavité (3) comprend
une couche (9) opaque au rayonnement électromagnétique,
déposée sur la face supérieure (42) de la plaque de
25 recouvrement (4) au-dessus de cette cavité (3).

8. Procédé de conditionnement suivant la
revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que chaque
cavité (3) est formée dans la plaquette de substrat
30 (2), en ce que la plaquette (2) est utilisée en tant
que couche transparente, et en ce que l'écran thermique

(8, 9) de chaque cavité (3) comprend une couche (9) opaque au rayonnement électromagnétique, déposée sur la face inférieure (21) de la plaquette (2), à l'aplomb de cette cavité (3).

5

9. Procédé de conditionnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaque de recouvrement est réalisée en un matériau polymère.

10

10. Procédé de conditionnement suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la plaque de recouvrement est réalisée en verre, de préférence en un verre à faible coefficient de dilatation, tel qu'un verre au borosilicate.

15

11. Procédé de conditionnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaque de recouvrement est réalisée au moyen d'une technique de réplique polymère ou d'emboutissage à chaud.

20

12. Procédé de conditionnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le métal (5) est constitué d'or ou en contient, de nickel ou en contient, et en ce que le substrat (2) est constitué de silicium ou en contient.

25

13. Procédé de conditionnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé

30

en ce que chaque cavité (3) est intégralement entourée par sa zone de scellement (7).

14. Procédé de conditionnement suivant l'une
5 quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une opération de découpe, postérieure à l'opération de scellement, et consistant à séparer les uns des autres les micro-composants (1)
d'une même plaquette (2), chaque micro-composant (1)
10 restant encapsulé dans sa cavité (3).

15. Ensemble de micro-composants, tels que des micro-systèmes électromécaniques (1), réalisé par la mise en œuvre d'un procédé suivant l'une quelconque des
15 revendications précédentes.

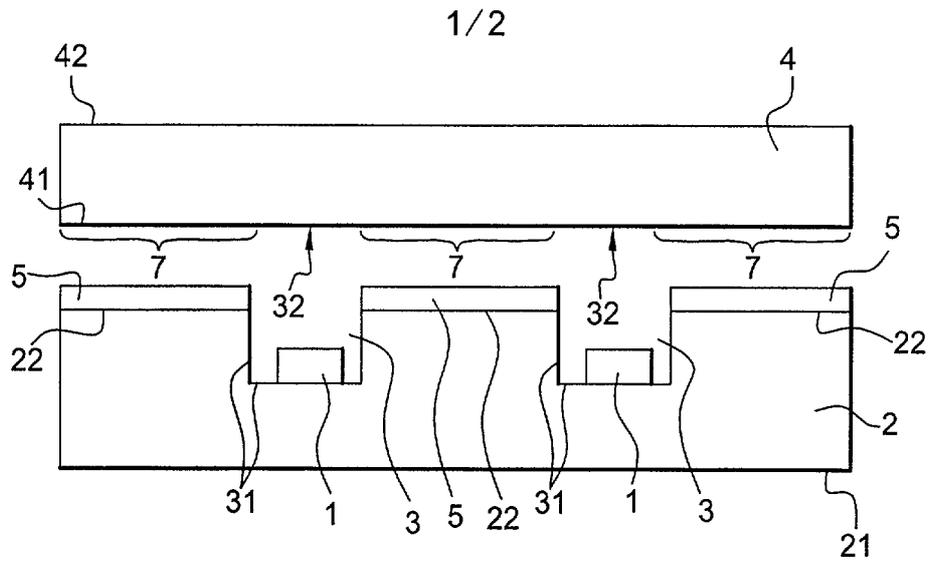


Fig. 1

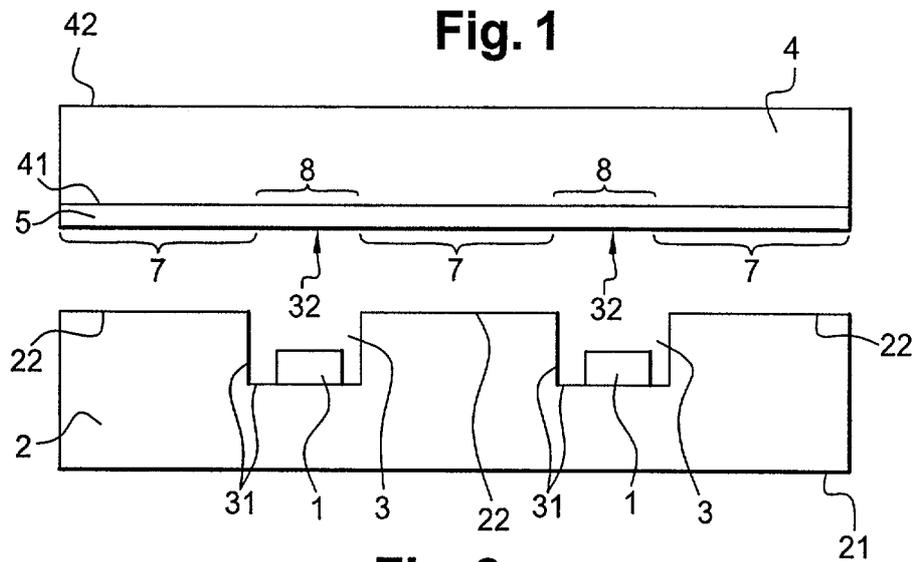


Fig. 2

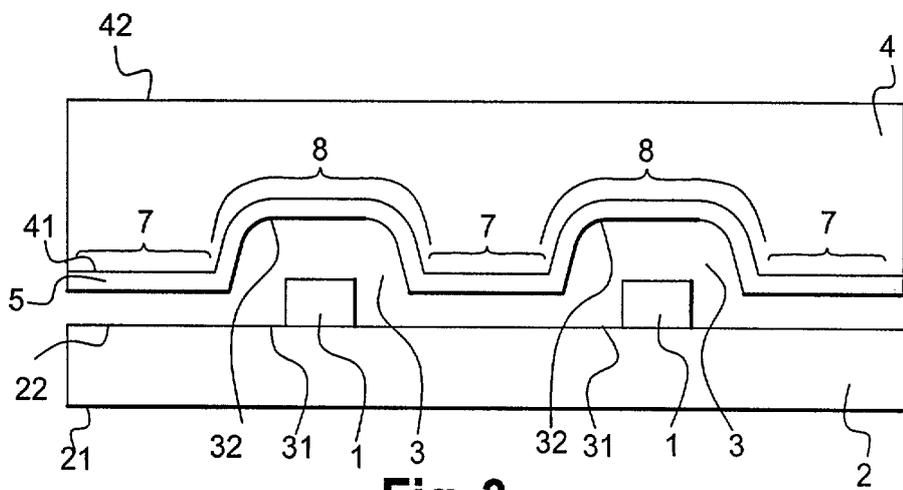


Fig. 3

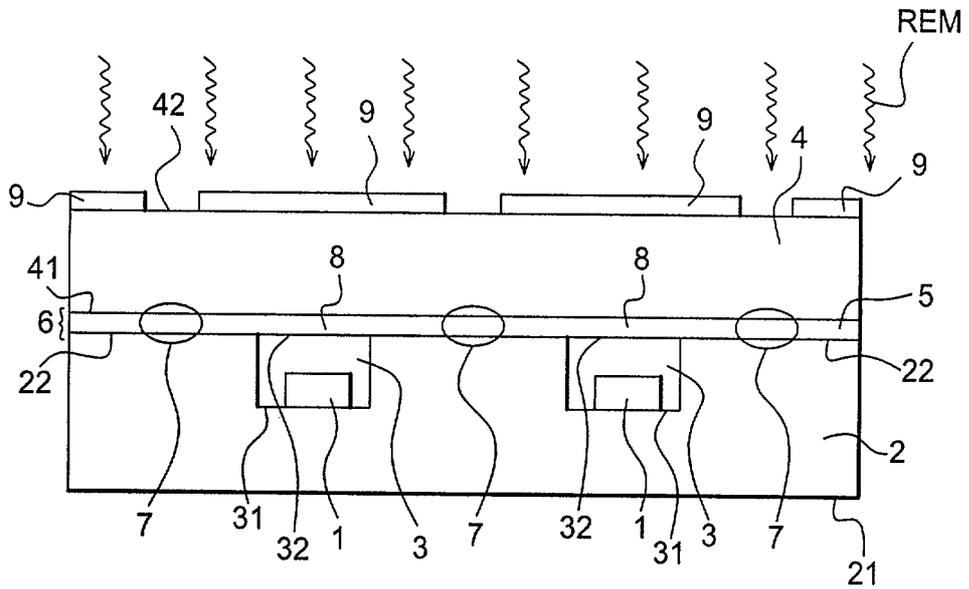


Fig. 4

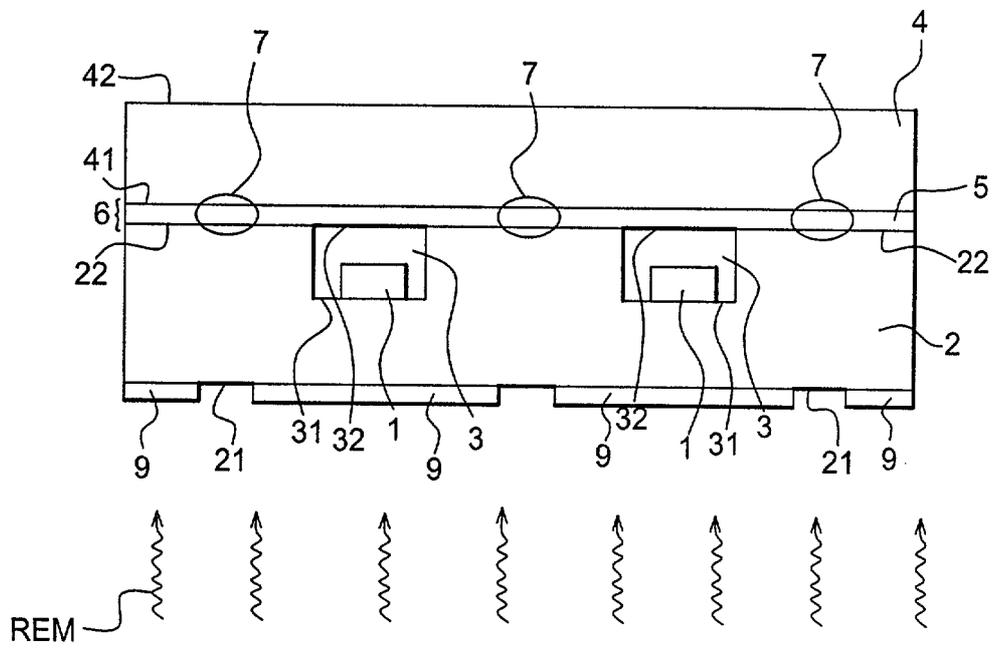


Fig. 5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 657315
FR 0412572

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 346 949 A (ROBERT BOSCH GMBH) 24 septembre 2003 (2003-09-24) * figures 1,2 * * alinéa [0015] - alinéa [0030] * -----	1,2,9-15	B65D85/86 B65D73/02 B65B15/04
X	MESCHEDER U M ET AL: "Local laser bonding for low temperature budget" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 97-98, 1 avril 2002 (2002-04-01), pages 422-427, XP004361631 ISSN: 0924-4247 * abrégé * alinéa <<Introduction>> alinéa << Process description of local laser bonding >> -----	1,2,10, 12-15	
X	US 5 915 168 A (SALATINO ET AL) 22 juin 1999 (1999-06-22) * figures 9,10 * -----	15	
A	* colonne 4, ligne 60 - colonne 5, ligne 22 * -----	4,6,7, 10,14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) B81B H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 juillet 2005		Meister, M	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0412572 FA 657315**

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 12-07-2005

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1346949 A	24-09-2003	US 2003170966 A1	11-09-2003
		EP 1346949 A2	24-09-2003

US 5915168 A	22-06-1999	US 5798557 A	25-08-1998
		EP 0828346 A2	11-03-1998
		JP 10098121 A	14-04-1998
