

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

3 089 310

21 N° d'enregistrement national : 18 72280

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 02 B 6/42 (2019.01)

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.12.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.06.20 Bulletin 20/23.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : STMicroelectronics (Grenoble 2) SAS  
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : RIVIERE Jean-Michel, PERMINJAT  
Florian et COFFY Romain.

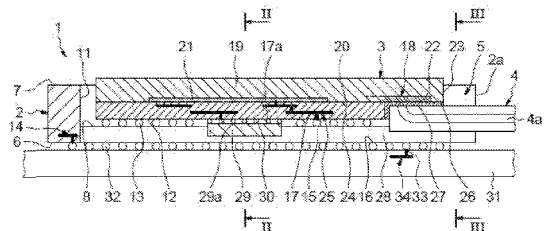
73 Titulaire(s) : STMicroelectronics (Grenoble 2) SAS  
Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : CASALONGA.

54 Dispositif électronique comprenant une puce électronique pourvue d'un câble optique.

57 Dispositif électronique comprenant  
un substrat de support (2) incluant un réseau de connexions électroniques,  
une puce électronique (3) incluant au moins un guide intégré d'ondes optiques (18) et un réseau de connexions électriques (25),  
un câble optique allongé (4) présentant une portion d'extrémité montée à plat sur un côté de la puce et incluant au moins un guide d'ondes optiques (4a) couplé optiquement au guide d'ondes optiques de la puce,  
dans lequel le substrat de support présente un évidement (5) dans lequel la puce est au moins en partie engagée,  
et dans lequel des éléments de connexion électrique (13) sont interposés entre une face (12) de la puce et une paroi de fond (8) de l'évidement et relie des plots (17) du réseau de connexions électriques de la puce et des plots (15) du réseau de connexions électriques du substrat de support.

Figure pour l'abrégié : Fig 1.



FR 3 089 310 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Dispositif électronique comprenant une puce électronique pourvue d'un câble optique**

- [0001] Des modes de réalisation de la présente invention concernent le domaine des dispositifs électroniques comprenant des puces électroniques et des câbles optiques montés sur ces dernières.
- [0002] Selon un mode de réalisation, il est proposé un dispositif électronique qui comprend :
- [0003] un substrat de support incluant un réseau de connexions électroniques,
- [0004] une puce électronique incluant au moins un guide intégré d'ondes optiques et un réseau de connexions électriques, et
- [0005] un câble optique allongé présentant une portion d'extrémité montée à plat sur un côté de la puce et incluant au moins un guide d'ondes optiques couplé optiquement au guide d'ondes optiques de la puce.
- [0006] Le substrat de support présente un évidement dans lequel la puce est au moins en partie engagée.
- [0007] Des éléments de connexion électrique sont interposés entre une face de la puce et une paroi de fond de l'évidement et relie des plots du réseau de connexions électriques de la puce et des plots du réseau de connexions électriques du substrat de support.
- [0008] Ainsi, les liaisons électriques incluses dans le substrat de support sont courtes et l'encombrement du dispositif électronique est réduit.
- [0009] Le substrat de support peut être configuré pour laisser passer le câble optique.
- [0010] L'évidement peut être configuré pour laisser passer le câble optique.
- [0011] Une face du substrat de support située sur le côté opposé à l'évidement peut être pourvue de plots extérieurs du réseau de connexions électriques du substrat de support.
- [0012] Une face du substrat de support située du côté de l'évidement peut être pourvue de plots extérieurs du réseau de connexions électriques du substrat de support.
- [0013] Le substrat de support peut présenter au moins un passage traversant et/ou au moins un évidement dans le fond de l'évidement.
- [0014] Le substrat de support peut comprendre deux parties, dont une première partie peut être formée par une plaque qui présente une zone médiane correspondant à la paroi de fond de l'évidement et une zone extérieure adjacente à cette zone médiane et dont une seconde partie accolée à la zone extérieure de la première partie peut former les parois latérales de l'évidement.
- [0015] La première partie du substrat de support peut être pourvue du réseau de connexions électriques de ce substrat de support.
- [0016] Les deux parties du substrat de support peuvent être pourvues de deux parties reliées

en elles du réseau de connexions électriques de ce substrat de support.

- [0017] La puce peut comprendre une plaquette de base incluant ledit guide intégré d'ondes optiques et une couche avant incluant le réseau de connexions électriques de cette puce. La couche avant peut présenter une rainure locale dans laquelle une partie d'extrémité du câble optique est au moins en partie engagée à plat, dans une position telle que le guide d'ondes optiques du câble optique est couplé optiquement au guide d'ondes optiques de la puce, par un couplage latéral dans la zone de ladite rainure locale.
- [0018] Le câble optique peut être situé du côté de la paroi de fond du substrat de support par rapport à la puce, la face de la couche avant opposée à la plaquette de base étant pourvue desdits plots du réseau de connexions électriques de la puce.
- [0019] Le câble optique peut être situé du côté opposé à la paroi de fond du substrat de support par rapport à la puce, la face de la plaquette de base opposée à la couche avant étant pourvue desdits plots du réseau de connexions électriques de la puce.
- [0020] Une puce additionnelle peut être montée sur la couche avant de la puce et reliée au réseau de connexions électriques de la puce.
- [0021] Le substrat de support peut être configuré pour recevoir la puce additionnelle.
- [0022] Le substrat de support peut être monté sur une plaque de circuit imprimé, le réseau de connexions électriques du substrat de support étant relié à un réseau de connexions électriques de la plaque de circuit imprimé.
- [0023] Des dispositifs électroniques vont maintenant être décrits à titre d'exemples de réalisation non limitatifs, illustrés par le dessin annexé dans lequel :
- [0024] [fig.1]  
représente une coupe longitudinale d'un dispositif électronique ;
- [0025] [fig.2]  
représente une coupe transversale du dispositif électronique de la figure 1, selon II-II ;
- [0026] [fig.3]  
représente une autre coupe transversale du dispositif électronique de la figure 1, selon III-III ;
- [0027] [fig.4]  
représente une coupe longitudinale d'un autre dispositif électronique ;
- [0028] [fig.5]  
représente une coupe transversale du dispositif électronique de la figure 4, selon V-V ;
- [0029] [fig.6]  
représente une coupe longitudinale d'un autre dispositif électronique ;
- [0030] [fig.7]

représente une coupe transversale du dispositif électronique de la figure 6, selon VII-VII ;

[0031] [fig.8]

représente une coupe longitudinale d'un autre dispositif électronique ; et

[0032] [fig.9]

représente une coupe transversale du dispositif électronique de la figure 8, selon IX-IX.

[0033] Un dispositif électronique 1 illustré sur les figures 1 à 3 comprend un substrat de support 2, en forme de plaque, une puce électronique 3 montée sur le substrat de support 2 et un câble optique allongé 4 monté sur la puce 3.

[0034] Le substrat de support 2 présente un évidement 5 dans lequel la puce 3 est au moins en partie librement engagée.

[0035] Le substrat de support 2 présente des faces opposées 6 et 7. L'évidement 5 est formé depuis la face 7 et présente une paroi de fond 8, parallèle aux faces 6 et 7, et des parois latérales opposées 9 et 10 qui s'étendent selon une direction longitudinale.

[0036] Avantagement, l'évidement 5 présente une paroi transversale d'extrémité 11 et est ouvert en face de cette paroi d'extrémité 11, sur un côté transversal 2a du substrat de support 2.

[0037] Une face 12 de la puce 3 est située en regard de la paroi de fond 8 de l'évidement 5 du substrat de support 2.

[0038] Des éléments de connexion électrique 13 sont interposés entre la face 12 de la puce 3 et la paroi de fond 8 du substrat de support 2.

[0039] Le substrat de support 2 est pourvu d'un réseau intégré de connexions électroniques 14 (figure 2) relié aux éléments de connexion électrique 13. Pour cela, le réseau intégré de connexions électroniques 13 comprend des plots de connexion électrique 15 aménagés dans la paroi de fond 8, sur lesquels sont placés les éléments de connexion électrique 13.

[0040] Le réseau de connexions électroniques 13 comprend des plots de connexion électrique extérieure 16 aménagés dans la face 6 du substrat de support 2.

[0041] L'évidement 5 dont la paroi de fond 8 est pourvue des plots 15 et la face 6 pourvue des plots 16 sont donc situés sur des côtés opposés du substrat de support 2.

[0042] Du fait de l'existence de l'évidement 5, l'épaisseur du substrat de support 2 entre la face 6 et la paroi de fond 8 est réduite, de sorte que les liaisons électriques du réseau de connexions électroniques 14, reliant les plots 15 de la paroi de fond 8 de l'évidement 5 et les plots 16 de la face 6, sont courtes. En outre, l'évidement 5 permet de réduire l'épaisseur du dispositif électronique 1 et donc son encombrement.

[0043] La face 12 de la puce 3 est pourvue de plots avant de connexion électrique 17 sur lesquels sont placés les éléments de connexion électrique 13.

- [0044] La puce 3 inclut au moins un guide intégré d'ondes optiques ou lumineuses 18 et le câble optique allongé 4 présente une portion d'extrémité montée à plat sur un côté de la puce 3 et inclut au moins un guide longitudinal d'ondes optiques ou lumineuses 4a couplé optiquement au guide d'ondes optiques 18 de la puce 3.
- [0045] Le substrat de support 2 et en particulier l'évidement 5 sont configurés pour laisser passer le câble optique 4.
- [0046] Comme illustré sur la figure 1, la puce 3 comprend une plaquette de base 19, par exemple en silicium, pourvue, du côté d'une face avant 20, de composants électroniques intégrés 21 et du guide intégré 18 d'ondes optiques ou lumineuses.
- [0047] Le guide d'ondes optiques 18 présentent une portion d'extrémité 22, avantageusement rectiligne, qui est adjacente à la face avant 20. Cette portion d'extrémité 22 est avantageusement située dans une zone proche du côté 23 de la puce 3 et s'étend par exemple perpendiculairement à ce côté 23, selon la direction longitudinale précitée.
- [0048] La puce 3 comprend une couche avant 24 qui est formée au-dessus de la face avant 20 de la plaquette de base 19 et dont la face avant forme la face 12 précitée de la puce 3, de sorte que la couche avant 24 de la puce 3 est située du côté de la paroi de fond 8 du substrat de support 2.
- [0049] La couche avant 24 de la puce 3 est pourvue d'un réseau intégré de connexions électriques 25 reliant les composants électroniques 21 aux plots 17 de la face 12 de la puce 3.
- [0050] Le guide d'ondes optiques 18 est connecté à au moins certains des composants électroniques 21 de sorte que des signaux transportés par des ondes optiques entrantes sont transformés en des signaux électriques et/ou que des signaux électriques issus d'au moins certains des composants électroniques 21 sont transformés en des signaux optiques transportés par des ondes optiques sortantes.
- [0051] Dans la couche avant 24 de la puce 3 est aménagée, depuis la face 12 de la puce 3, une rainure locale 26 qui est située au-dessus de la zone dans laquelle est située la portion d'extrémité 22 du guide d'ondes optiques 18 et qui s'étend depuis le côté latéral 23 de la puce 3, à l'opposé de la paroi d'extrémité 11 de l'évidement 5 du substrat de support 2.
- [0052] La rainure locale 26 s'étend en profondeur jusqu'à la face 20 de la plaquette de base 19 et s'étend, selon la direction longitudinale précitée, parallèlement à la face 20 de la plaquette de base 19.
- [0053] Une partie d'extrémité du câble optique 4 est engagée longitudinalement dans la rainure locale 26 et est fixée dans cette rainure locale 26 par l'intermédiaire d'une couche de colle 27 en une matière apte à être traversée par les ondes optiques.
- [0054] Le guide d'ondes optiques 4a du câble optique 4 est couplé optiquement à la portion d'extrémité 22 du guide d'onde optique 18 de la puce 3, par un couplage latéral dans la

zone de la rainure locale 26.

- [0055] Le substrat de support 2 présente un passage longitudinal local traversant de dégagement 28 aménagé au milieu de l'évidement 5, la paroi de fond 8 présentant deux parties situées de part et d'autre de ce passage traversant 28 et les plots 15 sont situés sur ces deux parties. Le passage longitudinal traversant 28 s'étend depuis l'extrémité transversale 11 de l'évidement 5 et jusqu'à la paroi transversale 2a du substrat de support 2 où il est ouvert.
- [0056] La partie d'extrémité du câble optique 4 est engagée, latéralement, partiellement dans la rainure locale 26 de la puce 3.
- [0057] Compte tenu de la faible distance entre la face 12 de la puce 3 et la paroi de fond 8 de l'évidement 5 du substrat de support 2, la partie d'extrémité du câble optique 4 est engagée latéralement, partiellement et librement (Figure 3), dans le passage traversant 28 du substrat de support 2, le câble optique 4 se poursuivant à l'extérieur du substrat de support 2, à l'opposé de la paroi d'extrémité 11 de l'évidement 5.
- [0058] Selon une variante de réalisation, la puce 3 inclut une pluralité de guides intégrés d'ondes optiques 18, présentant des portions d'extrémité 22 parallèles et voisines et reliées aux composants électroniques 21.
- [0059] Comme illustré sur la figure 3, le câble optique 4 inclut une pluralité de guides d'ondes optiques 4a disposés parallèlement sous la forme d'une nappe. La partie d'extrémité du câble optique 4 est engagée à plat dans une rainure correspondante 26. Les guides d'ondes optiques 4a du câble optique 4 sont respectivement couplés optiquement aux guides d'ondes optiques 18 de la puce 3, par des couplages latéraux.
- [0060] Le dispositif électronique 1 comprend en outre une puce additionnelle 29 qui est montée au-dessus de la face 12 de la puce 3 et qui est librement engagée dans le passage traversant 28 du substrat de support 2. La puce additionnelle 29 est reliée au réseau de connexions électriques 25 de la puce 3 par l'intermédiaire d'éléments spécifiques de connexion électrique 30 interposés entre des plots spécifiques de connexion électrique 17a de la face 12 de la puce 3 et des plots de connexion électrique 29a de la puce additionnelle 29.
- [0061] Selon une variante de réalisation (non représentée), au lieu de présenter un passage traversant 28, le substrat de support 2 pourrait présenter un évidement local de dégagement, non traversant, ou deux évidements locaux de dégagement, traversants ou non traversants, aménagés depuis la paroi de fond 8 de l'évidement 11, la puce 29 et l'extrémité de la fibre optique 4 étant engagées librement dans cet évidement local ou respectivement dans ces évidements locaux.
- [0062] Le dispositif électronique 1 est monté sur une plaque de circuit imprimé 31 située du côté de la face 6 du substrat de support 2, par l'intermédiaire d'éléments de connexion électrique 32 placés entre les plots extérieurs 16 du réseau de connexions électriques

14 du substrat de support 2 et des plots 33 d'un réseau de connexions électriques 34 de la plaque de circuit imprimé 31, ou des connexions directes.

[0063] Sur les figures 4 et 5, il est illustré un dispositif électronique 1A qui se différencie du dispositif électronique 1 des figures 1 à 3 par le fait que la puce 3, munie du câble optique 4 et de la puce additionnelle 29, est montée dans l'autre sens sur le substrat de support 2.

[0064] La plaquette de base 19 de la puce 3 est du côté de la paroi de fond 8 de l'évidement 5 du substrat de support 2, la face 12a de la puce 3, opposée à la face 12, étant en regard de la paroi de fond 8 du substrat de support 2. La couche 24 de la puce 3 est du côté extérieur de l'évidement 5 du substrat de support 2. Le câble optique 4 et la puce additionnelle 29 sont à l'opposé de la paroi de fond 8 de l'évidement 5 du substrat de support 2 par rapport à la puce 3.

[0065] Cette fois, les composants électroniques 21 et/ou le réseau de connexions électriques 25 de la puce 3 sont reliés aux éléments de connexion électrique 13 par l'intermédiaire de vias traversants 25a (TSV) qui sont aménagés au travers de la plaquette de base 19 et qui comprennent des plots de connexion électrique 25b de la face arrière 12a de la puce 3.

[0066] Avantageusement, le passage traversant 28 du substrat de support 2 est inutile et peut être supprimé, la paroi de fond 8 de l'évidement 5 étant alors continue.

[0067] Sur les figures 6 et 7, il est illustré une variante de réalisation du dispositif électronique 1 des figures 1 à 3, dans laquelle le substrat de support 2 comprend deux parties 35 et 36.

[0068] La partie 35 est formée par une plaque qui présente une zone médiane correspondant à la paroi de fond 8 de l'évidement 5 et une zone extérieure 8a adjacente à cette zone médiane.

[0069] La partie 36 est accolée à la zone extérieure 8a de la partie 35 et forme les parois latérales opposées 9 et 10 et la paroi d'extrémité 11 de l'évidement 5.

[0070] La partie 35 comprend un film fin rigide pourvu du réseau de connexions électriques 14 et d'un côté, des plots 15 au fond de l'évidement 5 ainsi formé et, de l'autre côté, des plots extérieurs 16. La partie 36 est exempte de connexion électrique et renforce la partie 35.

[0071] La partie 35 présente le passage traversant 28 ou des passages locaux ou des évidements pour recevoir la puce additionnelle 29 et pour laisser passer le câble optique 4.

[0072] Selon une variante de réalisation (non représentée) équivalente au dispositif électronique 1A illustré sur les figures 4 et 5, la partie 35 du substrat de support 2 est formée par un film fin sans passage local ou sans évidement local.

[0073] Sur les figures 8 et 9, il est illustré un dispositif électronique 101 qui comprend un

- substrat de support 102 et, de façon équivalente aux exemples décrits précédemment, une puce électronique 3 munie d'un câble optique 4 et d'une puce additionnelle 29.
- [0074] Le substrat de support 102 est configuré pour recevoir la puce 3 et la puce additionnelle 29 et pour laisser passer le câble optique 4.
- [0075] Le substrat de support 102 présente des faces opposées 103 et 104 et présente un évidement 105 formé depuis la face 103 et présentant une paroi de fond 106.
- [0076] Le substrat de support 102 présente un passage traversant 107 aménagé au fond de l'évidement 105.
- [0077] La puce 3 est engagée librement dans l'évidement 105 et la puce additionnelle 29 est engagée librement dans le passage traversant 10. Cette disposition est équivalente à celle du dispositif électronique 1 décrit précédemment.
- [0078] Le substrat de support 102 comprend un réseau de connexions électriques 108 qui comprend des plots de connexion électrique 109 aménagés sur la paroi de fond 106 et des plots de connexion électrique extérieure 110 aménagés sur la face 103 adjacente à l'évidement 105.
- [0079] Les plots 109 sont reliés aux plots avant 17 de la puce 3 par l'intermédiaire d'éléments de connexion électrique 111. Cette connexion électrique est équivalente à celle réalisée par les éléments de connexion électrique 13 du dispositif électronique 1 décrit précédemment.
- [0080] Ainsi, contrairement aux exemples décrits précédemment, les plots 110 de connexion de la puce 3 sont du même côté du substrat de support 102 que les plots 109 de connexion extérieure.
- [0081] Le dispositif électronique 101 est monté sur une plaque de circuit imprimé 112, la face 103 et l'évidement 105 étant en regard de cette plaque 112.
- [0082] Des éléments de connexion électrique 113 sont interposés entre les plots extérieurs 110 de la face 103 du substrat de support 102 et des plots de connexion électrique 114 de la plaque de circuit imprimé 112.
- [0083] La profondeur de l'évidement 105 peut être combinée à l'épaisseur de la puce 3 et des éléments de connexion 111 pour que la face arrière 12a de la puce 3 soit en regard et à distance de la plaque de circuit imprimé 112. Dans le cas contraire, pour réduire la profondeur de l'évidement 105, la plaque de circuit imprimé 112 devra présenter un évidement ou un passage traversant apte à recevoir librement la partie arrière.
- [0084] De façon équivalente aux dispositifs électroniques des exemples de réalisation précédents, du fait de l'existence de l'évidement 105, l'épaisseur du substrat de support 102 entre la face 103 et la paroi de fond 106 est réduite, de sorte que les liaisons électriques du réseau de connexions électroniques 108, reliant les plots 109 de la paroi de fond 106 de l'évidement 105 et les plots 110 de la face 103, sont courtes. En outre, l'évidement 105 permet d'obtenir un dispositif électronique 101 d'épaisseur réduite et

donc un encombrement réduit.

[0085] Selon une variante de réalisation (non représentée) du dispositif électronique 101, la puce 3 pourrait être montée sur la paroi de fond 106 du substrat de support 102 de façon équivalente au montage du dispositif électronique 1A décrit précédemment.

[0086] Dans ce cas, le câble optique 4 et la puce additionnelle 29 se trouvent du côté de la plaque de circuit imprimé 112 par rapport au substrat de support 102. Comme ci-dessus, pour réduire la profondeur de l'évidement 105, la plaque de circuit imprimé 112 peut présenter un évidement ou un passage traversant aptes à recevoir librement la puce additionnelle 29 et éventuellement la partie arrière de la puce 3 opposée à la paroi de fond 106 de l'évidement 105 et aptes à laisser passer le câble optique 4.

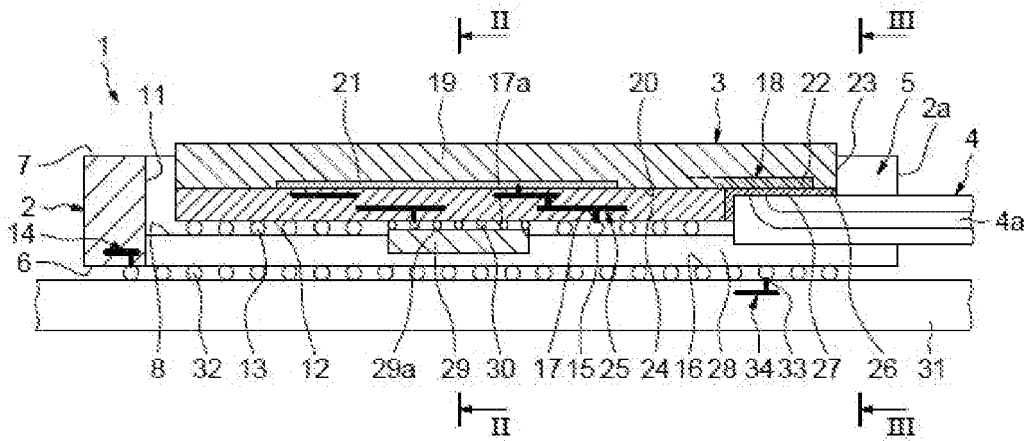
[0087] Selon une variante de réalisation (non représentée) du dispositif électronique 101, le substrat de support 102 pourrait comprendre deux parties accolées équivalentes aux parties accolées 35 et 36 décrites précédemment, à la différence près que ces deux parties du substrat de support 102 sont pourvues de deux parties reliées entre elles du réseau de connexions électriques 108.

## Revendications

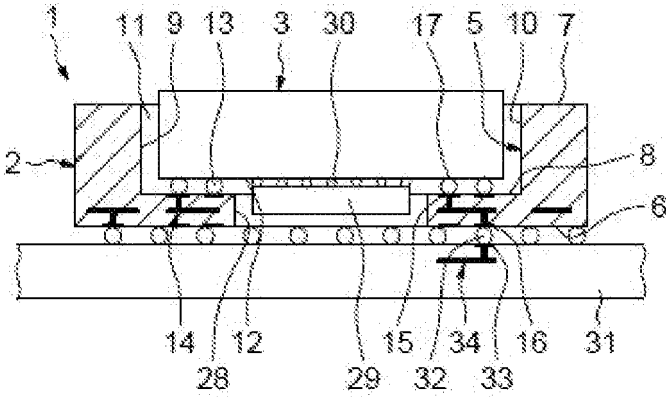
- [Revendication 1] Dispositif électronique comprenant un substrat de support (2, 102) incluant un réseau de connexions électroniques, une puce électronique (3) incluant au moins un guide intégré d'ondes optiques (18) et un réseau de connexions électriques (25), un câble optique allongé (4) présentant une portion d'extrémité montée à plat sur un côté de la puce et incluant au moins un guide d'ondes optiques (4a) couplé optiquement au guide d'ondes optiques de la puce, dans lequel le substrat de support présente un évidement (5, 105) dans lequel la puce est au moins en partie engagée, et dans lequel des éléments de connexion électrique (13, 111) sont interposés entre une face (12, 12a) de la puce et une paroi de fond (8, 106) de l'évidement et relie des plots (17) du réseau de connexions électriques de la puce et des plots (15) du réseau de connexions électriques du substrat de support.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le substrat de support est configuré pour laisser passer le câble optique.
- [Revendication 3] Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'évidement est configuré pour laisser passer le câble optique.
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une face (6) du substrat de support (2) située sur le côté opposé à l'évidement (5) est pourvue de plots extérieurs (16) du réseau de connexions électriques (14) du substrat de support.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel une face (103) du substrat de support (102) située du côté de l'évidement (105) est pourvue de plots extérieurs du réseau de connexions électriques (108) du substrat de support.
- [Revendication 6] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le substrat de support présente au moins un passage traversant (28, 107) et/ou au moins un évidement dans le fond de l'évidement (5, 105).
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le substrat de support (2) comprend deux parties (35, 36), dont une première partie (35) est formée par une plaque qui présente une zone médiane correspondant à la paroi de fond (8) de l'évidement (5) et une zone extérieure (8a) adjacente à cette zone médiane et dont une

- seconde partie (36) accolée à la zone extérieure (8a) de la première partie (35) forme les parois latérales de l'évidement (5).
- [Revendication 8] Dispositif selon la revendication 7, dans lequel la première partie (35) du substrat de support (2) est pourvue du réseau de connexions électriques (14) de ce substrat de support (2).
- [Revendication 9] Dispositif selon la revendication 7, dans lequel les deux parties du substrat de support (102) sont pourvues de deux parties reliées en elles du réseau de connexions électriques (108) de ce substrat de support (102).
- [Revendication 10] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la puce comprend une plaquette de base (19) incluant ledit guide intégré d'ondes optiques (18) et une couche avant (24) incluant le réseau de connexions électriques (25) de cette puce, cette couche avant présentant une rainure locale (26) dans laquelle une partie d'extrémité du câble optique est au moins en partie engagée à plat, dans une position telle que le guide d'ondes optiques (4a) du câble optique (4) est couplé optiquement au guide d'ondes optiques (18) de la puce, par un couplage latéral dans la zone de ladite rainure locale (26).
- [Revendication 11] Dispositif selon la revendication 10, dans lequel le câble optique est situé du côté de la paroi de fond du substrat de support par rapport à la puce, la face de la couche avant opposée à la plaquette de base étant pourvue desdits plots (17) du réseau de connexions électriques de la puce.
- [Revendication 12] Dispositif selon la revendication 10, dans lequel le câble optique est situé du côté opposé à la paroi de fond du substrat de support par rapport à la puce, la face de la plaquette de base opposée à la couche avant étant pourvue desdits plots (25b) du réseau de connexions électriques de la puce.
- [Revendication 13] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, comprenant une puce additionnelle (29) montée sur la couche avant de la puce et reliée au réseau de connexions électriques de la puce.
- [Revendication 14] Dispositif selon la revendication 13, dans lequel le substrat de support est configuré pour recevoir la puce additionnelle.
- [Revendication 15] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le substrat de support est monté sur une plaque de circuit imprimé (31), le réseau de connexions électriques du substrat de support étant relié à un réseau de connexions électriques (34) de la plaque de circuit imprimé.

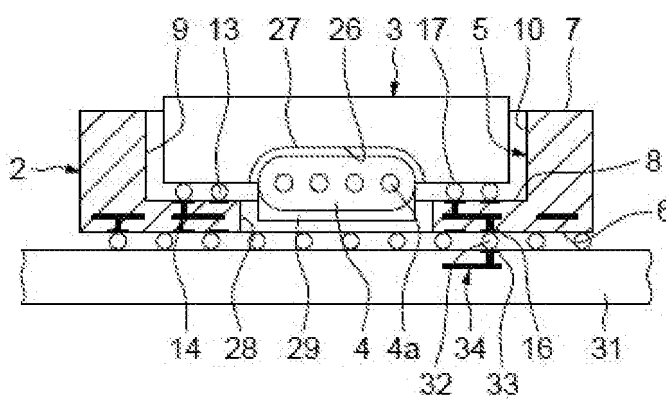
[Fig. 1]



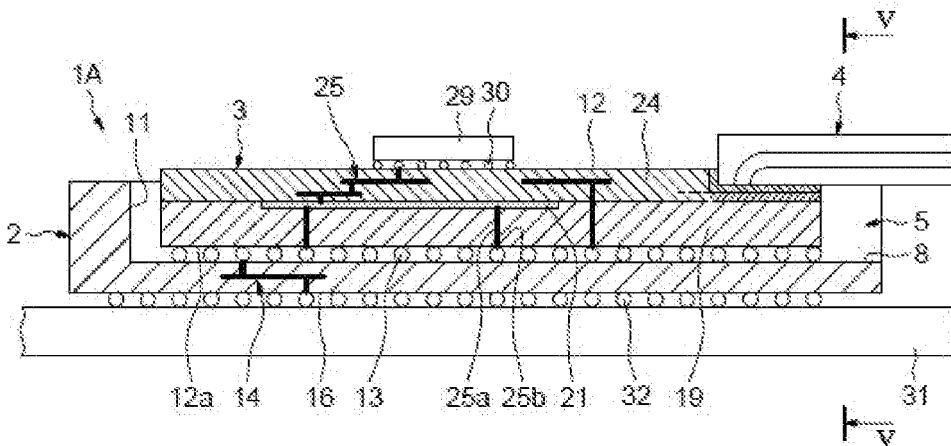
[Fig. 2]



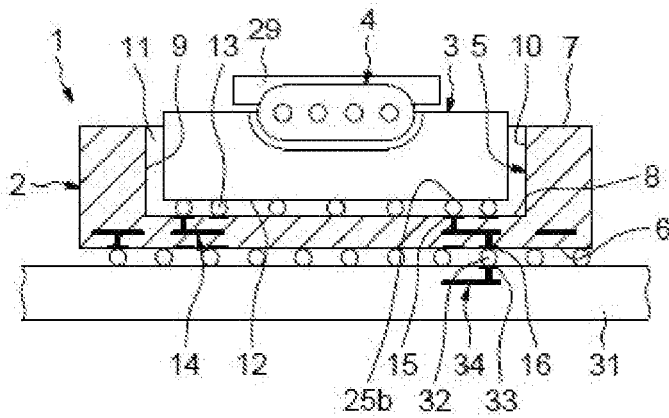
[Fig. 3]



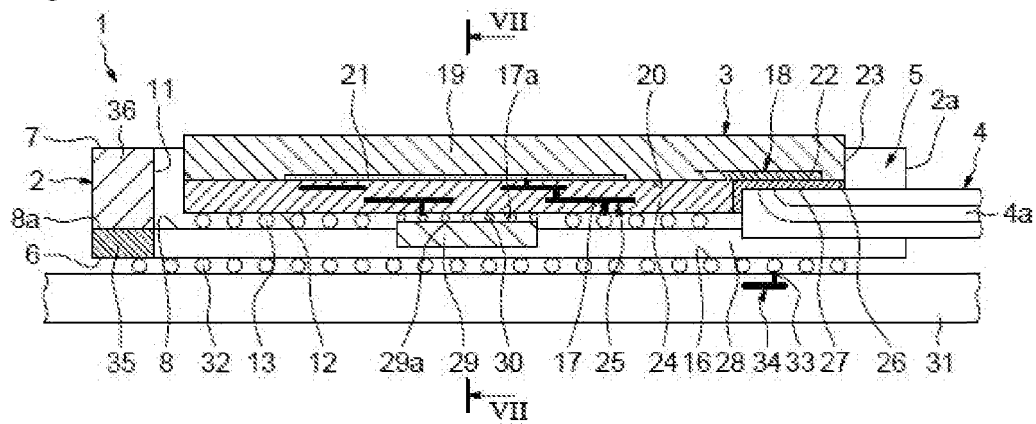
[Fig. 4]



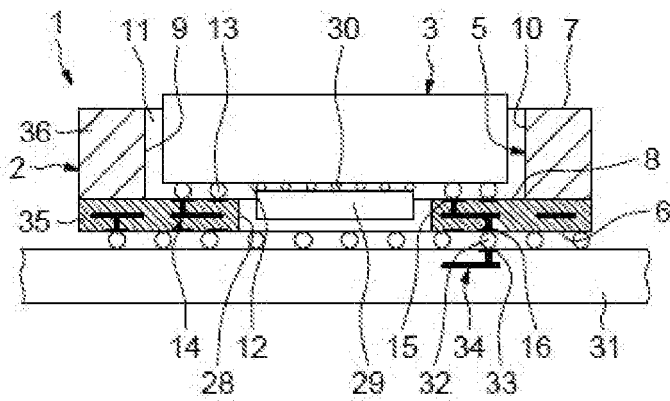
[Fig. 5]



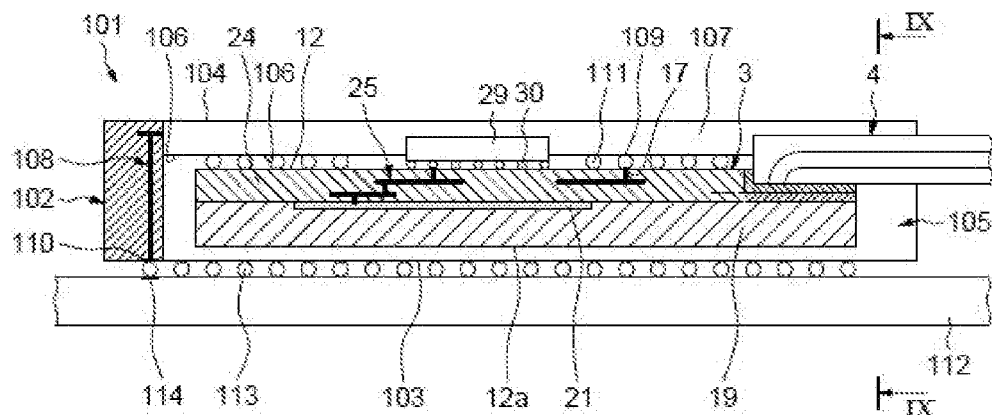
[Fig. 6]



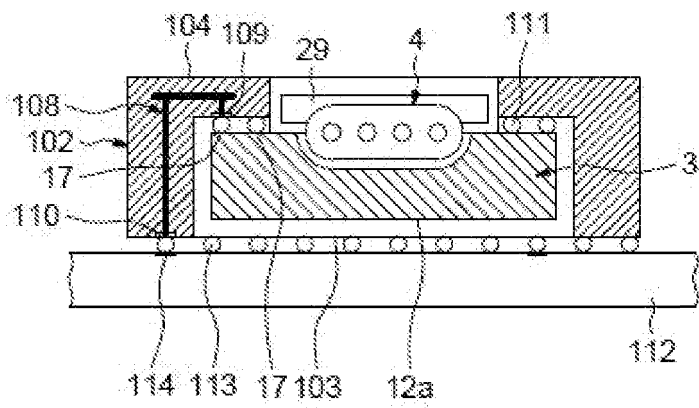
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement  
 national

 FA 862361  
 FR 1872280

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		
Y	WO 2013/100995 A1 (INTEL CORP [US]; ZARBOCK EDWARD A [US]; MALLIK DEBENDRA [US]) 4 juillet 2013 (2013-07-04) * page 4, ligne 32 - page 8, ligne 23 * * figures 5-9 *	1-15	G02B6/42
Y	US 2016/205778 A1 (LIN CHARLES W C [SG] ET AL) 14 juillet 2016 (2016-07-14) * alinéas [0085] - [0089] * * figure 27 *	1-15	
A	US 2014/112616 A1 (NUMATA HIDETOSHI [JP]) 24 avril 2014 (2014-04-24) * alinéas [0032] - [0045] * * figures 1,4 *	1-15	
A	US 2013/322813 A1 (GRONDIN ETIENNE [CA] ET AL) 5 décembre 2013 (2013-12-05) * alinéa [0095] * * figures 1,3a-3c *	10-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G02B H01L H05K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 septembre 2019		Kloppenburg, Martin	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1872280 FA 862361**

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 **23-09-2019**

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
WO 2013100995 A1	04-07-2013	US 2014029639 A1	30-01-2014
		US 2017108655 A1	20-04-2017
		WO 2013100995 A1	04-07-2013
-----			
US 2016205778 A1	14-07-2016	CN 105789058 A	20-07-2016
		TW 201626531 A	16-07-2016
		US 2016205778 A1	14-07-2016
-----			
US 2014112616 A1	24-04-2014	CN 103777275 A	07-05-2014
		JP 2014081586 A	08-05-2014
		US 2014112616 A1	24-04-2014
-----			
US 2013322813 A1	05-12-2013	CA 2822685 A1	05-07-2012
		US 2013322813 A1	05-12-2013
		WO 2012088610 A1	05-07-2012
-----			