

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication : **3 132 959**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① N° d'enregistrement national : **22 01571**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **G 01 S 17/08 (2022.01), G 01 S 7/486**

①②

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Capteur temps de vol.

②② Date de dépôt : 22.02.22.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 25.08.23 Bulletin 23/34.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 28.06.24 Bulletin 24/26.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥① 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) : COFFY Romain et BOUTALEB  
Younes.

⑦③ Titulaire(s) : *STMICROELECTRONICS  
(GRENOBLE 2) SAS Société par actions simplifiée.*

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAUMONT.

FR 3 132 959 - B1



## Description

### Titre de l'invention : *Capteur temps de vol*

#### Domaine technique

[0001] La présente description concerne de façon générale les dispositifs électroniques et plus particulièrement les capteurs temps de vol et leurs procédés de fabrication.

#### Technique antérieure

[0002] Un capteur fonctionnant sur le principe du temps de vol, aussi appelé capteur temps de vol, (anglais : Time of Flight, TOF) permet de mesurer en temps réel une distance avec précision.

[0003] Pour ce faire, les capteurs TOF illuminent la scène et les objets mesurés par un éclair de lumière, et calculent le temps que cet éclair prend pour effectuer le trajet entre l'objet et le capteur. Le temps de vol de cet éclair est directement proportionnel à la distance entre le capteur et l'objet mesuré.

#### Résumé de l'invention

[0004] Un mode de réalisation pallie tout ou partie des inconvénients des capteurs temps de vol connus.

[0005] Un mode de réalisation prévoit un capteur temps de vol comprenant un premier circuit de génération de rayons lumineux et un deuxième circuit de réception de rayons lumineux, les premier et deuxième circuits étant situés dans une première couche de résine.

[0006] Un autre mode de réalisation prévoit un procédé de fabrication d'un capteur temps de vol comprenant la formation, dans une première couche de résine, d'un premier circuit de génération de rayons lumineux et d'un deuxième circuit de réception de rayons lumineux.

[0007] Selon un mode de réalisation, une première région du premier circuit configurée pour émettre les rayons lumineux et une deuxième région du deuxième circuit configurée pour recevoir les rayons lumineux affleurent une même première face de la première couche.

[0008] Selon un mode de réalisation, la première face est configurée pour être dirigée vers une scène.

[0009] Selon un mode de réalisation, la première face est recouverte d'un premier empilement de couches isolantes dans lesquelles sont situées des premières pistes conductrices, le premier empilement comprenant des première et deuxième ouvertures, la première ouverture découvrant au moins partiellement la première région et la deuxième ouverture recouvrant au moins partiellement la deuxième région, au moins certaines des première pistes sont en contact avec le premier circuit ou le deuxième

circuit.

- [0010] Selon un mode de réalisation, le capteur comprend un élément reposant sur le premier empilement, l'élément comprenant des troisième et quatrième ouvertures dans lesquels sont fixés des instruments optiques, les instruments optiques étant au moins partiellement situés en regard des première et deuxième régions.
- [0011] Selon un mode de réalisation, l'élément est en résine et chaque troisième et quatrième ouverture comprend un rebord sur lequel est fixé l'instrument optique.
- [0012] Selon un mode de réalisation, la première ouverture découvre une troisième région du deuxième circuit configurée pour recevoir les rayons lumineux, la troisième région affleurant la première face de la première couche, la troisième région étant en regard d'une portion de l'élément.
- [0013] Selon un mode de réalisation, une deuxième face de la première couche, est recouverte d'un deuxième empilement de couches isolantes dans lesquelles sont situées des deuxième pistes conductrices.
- [0014] Selon un mode de réalisation, la première couche comprend des vias conducteurs reliant les première pistes conductrices et les deuxième pistes conductrices et/ou des vias conducteurs reliant le premier circuit ou le deuxième circuit et les deuxième pistes conductrices.
- [0015] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend la fixation des premier et deuxième circuits et des vias sur un support.
- [0016] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend la formation de la première couche de résine autour des premier et deuxième circuits et des vias et sur le support.
- [0017] Selon un mode de réalisation, la première couche est formée par un procédé de type boîtier intégré dans une plaque (Panel Embedded Packaging, ou PEP).

### **Brève description des dessins**

- [0018] Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :
- [0019] la [Fig.1] représente un mode de réalisation d'un capteur temps de vol ;
- [0020] la [Fig.2] représente une vue en coupe d'une étape de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1] ;
- [0021] la [Fig.3] représente une vue en coupe d'une autre étape de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1] ;
- [0022] la [Fig.4] représente une vue en coupe d'une autre étape de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1] ; et
- [0023] la [Fig.5] représente une vue en perspective d'une autre étape de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1].

## Description des modes de réalisation

- [0024] De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références dans les différentes figures. En particulier, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différents modes de réalisation peuvent présenter les mêmes références et peuvent disposer de propriétés structurelles, dimensionnelles et matérielles identiques.
- [0025] Par souci de clarté, seuls les étapes et éléments utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés.
- [0026] Sauf précision contraire, lorsque l'on fait référence à deux éléments connectés entre eux, cela signifie directement connectés sans éléments intermédiaires autres que des conducteurs, et lorsque l'on fait référence à deux éléments reliés (en anglais "coupled") entre eux, cela signifie que ces deux éléments peuvent être connectés ou être reliés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs autres éléments.
- [0027] Dans la description qui suit, lorsque l'on fait référence à des qualificatifs de position absolue, tels que les termes "avant", "arrière", "haut", "bas", "gauche", "droite", etc., ou relative, tels que les termes "dessus", "dessous", "supérieur", "inférieur", etc., ou à des qualificatifs d'orientation, tels que les termes "horizontal", "vertical", etc., il est fait référence sauf précision contraire à l'orientation des figures.
- [0028] Sauf précision contraire, les expressions "environ", "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près.
- [0029] La [Fig.1] représente un mode de réalisation d'un capteur temps de vol 10. Dans le cas de la [Fig.1], la face principale du capteur, c'est-à-dire la face émettant et recevant des rayons, c'est-à-dire la face située du côté d'une scène dont on souhaite déterminer la distance, est la face inférieure.
- [0030] Le capteur 10 comprend un circuit 12 de génération de lumière, par exemple de génération d'un laser. Le circuit 12 comprend par exemple une ou plusieurs diodes, par exemple une ou plusieurs diodes électroluminescentes, ou une ou plusieurs diodes laser. Le circuit 12 comprend une région 13 de génération de rayons lumineux. Autrement dit, les rayons lumineux générés par le circuit 12 sont émis au niveau de la région 13.
- [0031] Le capteur 10 comprend un circuit 14 de réception de ladite lumière générée par le circuit 12. Le circuit 14 comprend une région 16 de réception de rayons lumineux. La région 16 est configurée pour recevoir les rayons de lumière générés par le circuit 12 et réfléchis par la scène. Le circuit 14 comprend par exemple une autre région 18 de réception de rayons lumineux. La région 18 est configurée pour recevoir des rayons de lumière générés par le circuit 12 et réfléchis par des parties du capteur 10.
- [0032] Les circuits 12 et 14 sont situés dans une couche 20 de résine. La résine est de préférence une résine adaptée à la technologie de type boîtier intégré dans une plaque

(Panel Embedded Packaging, ou PEP). La résine est par exemple une résine époxy dite "thermoset". La résine est par exemple opaque aux longueurs d'onde des rayons lumineux émis par le circuit 12.

- [0033] La couche 20 comprend une face inférieure 20a, de préférence plane, et une face supérieure 20b, de préférence plane. La face inférieure 20a correspond à la face la plus proche de la scène, c'est-à-dire la face la plus proche du côté du capteur émettant et recevant les rayons lumineux. La face supérieure 20b correspond à la face la plus éloignée de la scène, c'est-à-dire la face la plus éloignée du côté du capteur émettant et recevant les rayons lumineux.
- [0034] Les circuits 12 et 14 sont situés du côté de la face inférieure de la couche 20. Une partie de chaque circuit 12, 14 est coplanaire avec la face 20a. Autrement dit, les circuits 12 et 14 affleurent la face inférieure 20a de la couche 20. Plus précisément, la région 13 affleure la face 20a, et n'est donc pas recouverte par la couche 20. Similairement, les régions 16 et 18 du circuit 14 affleurent la face 20a et ne sont donc pas recouvertes par la couche 20. Les régions 13, 16 et 18 sont de préférence coplanaires.
- [0035] Les parois latérales des circuits 12, 14 sont au moins partiellement, de préférence entièrement, recouvertes par, et en contact avec, la résine de la couche 20. Les parois supérieures des circuits 12, 14 sont au moins partiellement recouvertes par, et en contact avec, la résine de la couche 20. Les puces 12, 14 sont ainsi maintenues dans la couche 20. Les circuits 12 et 14 sont par exemple séparés l'un de l'autre par une portion de la couche 20.
- [0036] Le capteur peut par exemple comprendre un ou plusieurs autres circuits non représentés dans la couche 20.
- [0037] Le capteur 10 comprend en outre des vias conducteurs 22. Dans l'exemple de la [Fig.1], les vias 22 comprennent chacun un cœur 22a conducteur, par exemple en métal, et une gaine 22b en un matériau isolant électriquement. La gaine 22b de chaque via 22 entoure latéralement le cœur 22a correspondant. Les vias 22 comprennent chacun une face supérieure découvrant le cœur 22a. Les faces supérieures des vias 22 sont de préférence coplanaires.
- [0038] Certains vias traversent la couche 20. Lesdits vias, et particulièrement les cœurs 22a desdits vias, s'étendent de la face inférieure de la couche 20 à la couche supérieure de la couche 20. D'autres vias, et particulièrement les cœurs 22a desdits vias, s'étendent de la face supérieure d'un circuit situé dans la couche 20, à la face supérieure de la couche 20. Dans l'exemple de la [Fig.1], le capteur 10 comprend deux vias 22 s'étendant de la face inférieure de la couche 20 à la face supérieure de la couche 20 et un via 22 s'étendant de la face supérieure du circuit 12 à la face supérieure de la couche 20. Le cœur du via 22 s'étendant de la face supérieure du circuit 12 est de préférence en contact avec le circuit 12, et de préférence avec un plot de connexion non représenté du

circuit 12.

- [0039] Le capteur 10 comprend un empilement 24 de couches isolantes comprenant des pistes conductrices 26. La face 20b de la couche 20 est recouverte par l'empilement 24 de couches isolantes. L'empilement 24 recouvre les vias 22. De préférence, l'empilement 24 recouvre entièrement la face supérieure de la couche 20. Chaque via 22 est en contact avec une piste 26. Chaque via 22 est relié, par l'intermédiaire de pistes 26, à un autre via 22 ou à une piste 26 découverte au niveau de la face supérieure de l'empilement 24. Le capteur peut ainsi être reliée à des éléments externes par les pistes 26.
- [0040] Le capteur comprend en outre un empilement 28 de couches isolantes comprenant des pistes conductrices 30. L'empilement 28 recouvre la face 20a de la couche 20. L'empilement 28 recouvre en particulier les vias 22 s'étendant jusqu'à la face 20a. L'empilement 28 est situé entre la couche 20 et la scène vers laquelle les rayons sont émis.
- [0041] L'empilement 28 comprend une ouverture 32 située en regard de, c'est-à-dire verticalement aligné avec, la région 13. L'ouverture 32 traverse l'empilement 28. Autrement dit, l'ouverture 32 s'étend de la face supérieure de l'empilement 28 à la face inférieure de l'empilement 28. L'ouverture 32 découvre partiellement le circuit 12. L'ouverture 32 découvre au moins partiellement la région 13, de préférence découvre entièrement la région 13. De préférence, au moins une partie du circuit 12 n'est pas découverte par l'ouverture 32 et est recouverte par l'empilement 28.
- [0042] De préférence, une partie du circuit 12, par exemple une partie de la face inférieure du circuit 12, par exemple un plot de connexion non représenté, est en contact avec une piste conductrice 30 située dans l'empilement 28. Ladite piste 30 est par exemple reliée avec un via 22, plus précisément avec un cœur 22a de via 22, par exemple directement ou par l'intermédiaire d'autres pistes 30.
- [0043] Une borne de connexion du circuit 12 est ainsi par exemple reliée à une piste 26 découverte au niveau de la face supérieure du capteur par un via 22 et par des pistes 26. Une autre borne de connexion du circuit 12 est par exemple reliée à une piste 26 découverte au niveau de la face supérieure du capteur par un ou plusieurs pistes 30, un via 22 et des pistes 26. Il est donc possible de relier électriquement le circuit 12 à des éléments externes par la face supérieure du capteur 10.
- [0044] Dans l'exemple de la [Fig.1], l'ouverture 32 s'étend en outre en regard d'au moins une partie de la région 18 du circuit 14, de préférence en regard de toute la région 18. L'ouverture 32 recouvre alors aussi la portion de la couche 20 séparant les circuits 12 et 14. Les régions 13 et 18 sont ainsi découverts par une même ouverture.
- [0045] L'empilement 28 comprend une autre ouverture 34 située en regard de la région 16. L'ouverture 34 traverse l'empilement 28. Autrement dit, l'ouverture 34 s'étend de la

face supérieure de l'empilement 28 à la face inférieure de l'empilement 28. L'ouverture 34 découvre partiellement le circuit 14. L'ouverture 34 découvre au moins partiellement la région 16, de préférence découvre entièrement la région 16. De préférence, au moins une partie du circuit 14 n'est pas découverte par l'ouverture 34 et est recouverte par l'empilement 28.

- [0046] De préférence, une partie du circuit 14, par exemple une partie de la face inférieure du circuit 14, par exemple un plot de connexion non représenté, est en contact avec une piste conductrice 30 située dans l'empilement 28. Ladite piste 30 est par exemple reliée avec un via 22, plus précisément avec un cœur 22a de via 22, par exemple directement ou par l'intermédiaire d'autres pistes 30.
- [0047] Une borne de connexion du circuit 14 est par exemple reliée à une piste 26 découverte au niveau de la face supérieure du capteur par un ou plusieurs pistes 30, un via 22 et des pistes 26. Il est donc possible de relier électriquement le circuit 12 à des éléments externes par la face supérieure du capteur 10.
- [0048] Les ouvertures 32 et 34 sont séparées par une portion de l'empilement 28. Le ou les matériaux de l'empilement 28, en particulier les matériaux situés dans la portion séparant les ouvertures 32 et 34, sont opaques au moins aux longueurs d'onde des rayons lumineux émis par le circuit 12.
- [0049] Le capteur 10 comprend en outre un élément 36 fixé sur l'empilement 28. L'élément 36 est plus précisément fixé sur la face inférieure de l'empilement 28. L'élément 36 est situé entre l'empilement 28 et la scène. L'élément 36 est par exemple en résine, par exemple en la même résine que la couche 20. L'élément 36 est de préférence en un matériau au moins partiellement opaque, de préférence entièrement opaque, aux longueurs d'onde émises par le circuit 12.
- [0050] L'élément 36 comprend des ouvertures 38 et 40. Chaque ouverture 38, 40 comprend une première partie située du côté le plus proche de l'empilement 28 et une deuxième partie située du côté le plus éloigné de l'empilement 28. Les dimensions horizontales, c'est-à-dire dans un plan parallèle à la face inférieure de la couche 20, de la première partie de chaque ouverture 38, 40, sont supérieures aux dimensions horizontales de la deuxième partie de la même ouverture. Ainsi, les dimensions horizontales de la première partie de l'ouverture 38 sont supérieures aux dimensions horizontales de la deuxième partie de l'ouverture 38. De même, les dimensions horizontales de la première partie de l'ouverture 40 sont supérieures aux dimensions horizontales de la deuxième partie de l'ouverture 38. L'ouverture 38, respectivement l'ouverture 40, comprennent donc un rebord 42, respectivement un rebord 44.
- [0051] Le capteur 10 comprend en outre des instruments optiques 46 et 47. Les instruments optiques 46 et 47 sont par exemple des filtres optiques. Les instruments 46 et 47 sont situés dans les ouvertures 38, 40. Plus précisément, l'instrument 46 est situé dans

l'ouverture 38, plus précisément dans la première partie de l'ouverture 38. L'instrument 46 repose sur le rebord 42. De préférence, l'instrument 46 est fixé sur le rebord 42, par exemple par une couche de colle non représentée. Similairement, l'instrument 47 est situé dans l'ouverture 40, plus précisément dans la première partie de l'ouverture 40. L'instrument 47 repose sur le rebord 44. De préférence, l'instrument 47 est fixé sur le rebord 44, par exemple par une couche de colle non représentée.

- [0052] Les instruments 46, 47 ont donc des dimensions horizontales inférieures ou égales aux dimensions horizontales de la première partie de l'ouverture dans laquelle ils sont situés. Les instruments 46, 47 ont donc des dimensions horizontales supérieures aux dimensions horizontales de la deuxième partie de l'ouverture dans laquelle ils sont situés. L'épaisseur des instruments 46, 47 est inférieure ou égale, de préférence inférieure, à la hauteur de la première partie de l'ouverture dans laquelle ils sont situés.
- [0053] L'ouverture 40, et l'instrument 47, sont situés en regard de l'ouverture 34, de préférence de toute l'ouverture 34. Autrement dit, l'ouverture 40, et l'instrument 47, sont situés en regard d'une partie du circuit 14, en particulier en regard de la région 16. La première partie de l'ouverture 40 est de préférence située en regard de toute la région 16. De préférence, la deuxième partie de l'ouverture 40 est située en regard de toute la région 16.
- [0054] L'ouverture 38, et l'instrument 46, sont situés en regard d'au moins une partie de l'ouverture 32. L'ouverture 38, et l'instrument 46, sont situés en regard d'au moins une partie du circuit 12, en particulier en regard de la région 13. La première partie de l'ouverture 38 est de préférence située en regard de toute la région 13. De préférence, la deuxième partie de l'ouverture 38 est située en regard de toute la région 13. De préférence, l'ouverture 38 n'est pas située en regard de la région 18. Ainsi, la région 18 est de préférence entièrement en regard d'une partie de l'élément 36.
- [0055] Lors du fonctionnement du capteur, des rayons lumineux sont émis par le circuit 12, plus précisément par la région 13 du circuit 12. Une première partie de ces rayons est réfléchi sur l'élément 36 et sur l'instrument 46 et est reçue par la région 18. Une deuxième partie de ces rayons, correspondant de préférence à une majorité des rayons, traverse l'ouverture 38 et traverse l'instrument 46 de manière à atteindre la scène. La deuxième partie des rayons est réfléchi sur la scène et vers le capteur. La deuxième partie des rayons traverse l'ouverture 40, et en particulier l'instrument 47, de manière à atteindre la région 16.
- [0056] Les figures 2 à 5 illustrent des étapes, de préférence successives, d'un procédé de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1]. Bien que les figures 2 à 5 illustre la formation d'un unique dispositif, une pluralité de dispositifs identiques peuvent être formés simultanément, par exemple sur une même plaque.
- [0057] La [Fig.2] représente une vue en coupe d'une étape de fabrication du mode de réa-

lisation de la [Fig.1].

- [0058] Au cours de cette étape, les circuits 12 et 14 sont fixées sur un support temporaire 48. De même, les vias 22 sont fixés sur le support 48. Les circuits 12, 14 et les vias 22 sont par exemple fixés sur le support 48 par une couche de colle adhérente située sur le support 48.
- [0059] Les circuits 12, 14 et les vias sont placés à des emplacements correspondant à leur agencement dans le capteur 10 de la [Fig.1], le support 48 étant situé du côté de la face inférieure du capteur 10. Ainsi, les circuits 12, 14 sont fixées de telle manière que les régions 13, 16 et 18 soient situées vers le support 48, de préférence en contact avec le support 48. De plus, les vias 22 correspondant aux vias 22 de la [Fig.1] s'étendant de la face inférieure de la couche 20 à la face supérieure de la couche 20 sont fixés sur le support 48, de préférence en contact avec le support 48. Les vias 22 correspondant aux vias 22 de la [Fig.1] s'étendant de la face supérieure de la couche 20 aux circuits, en particulier au circuit 12, sont fixés sur lesdits circuits.
- [0060] Le support 48 est suffisamment solide pour maintenir les circuits 12, 14 et les vias 22 aux emplacements auxquels ils sont placés.
- [0061] La [Fig.3] représente une vue en coupe d'une autre étape de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1].
- [0062] Au cours de cette étape, la couche 20 est formée. La couche 20 est formée sur la face supérieure du support 48, c'est-à-dire la face sur laquelle sont fixés les vias 22 et les circuits 12 et 14. La face supérieure de la couche 20 est par exemple plane. La face supérieure de la couche 20 est située au niveau de la face supérieure des vias 22. La face supérieure de la couche 20 et les faces supérieures des vias 22 sont donc coplanaires. Les faces supérieures des vias 22, et plus précisément des cœurs 22a, sont donc découvertes. La couche 20 recouvre, comme décrit précédemment, les circuits 12 et 14 et recouvre les parois latérales des vias 33.
- [0063] Par exemple, la couche 20 est formée par un procédé de type boîtier intégré dans une plaque (Panel Embedded Packaging, ou PEP). Par exemple, une plaque non représentée est placée sur la structure de la [Fig.2]. La plaque non représentée est par exemple en contact avec les faces supérieures des vias 22. Ainsi, l'espace entre la plaque non représentée et le support 48 correspond à l'emplacement de la couche 20. L'espace entre la plaque non représentée et le support 48 est ensuite rempli par une résine, par exemple une résine liquide. La résine est ensuite chauffée de manière à être solidifiée et à prendre la forme de la couche 20. La plaque non représentée est ensuite retirée.
- [0064] La présence de la plaque non représentée accolée aux faces supérieures des vias 22 permet d'assurer que les faces supérieures des vias ne sont pas recouvertes par la résine.

- [0065] La [Fig.4] représente une vue en coupe d'une autre étape de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1].
- [0066] Au cours de cette étape, le support 48 est retiré et les empilements 24 et 28 sont formés avec les pistes 26 et 30.
- [0067] Les empilements 24 et 28 sont de préférence formés indépendamment. Par exemple, l'étape de la [Fig.4] comprend le retrait du support 48, la formation d'un des empilements, par exemple la formation de l'empilement 24 et des pistes 26, puis la formation de l'autre empilement, par exemple la formation de l'empilement 28 et des pistes 30. A titre de variante, le support 48 peut être retiré après la formation de l'empilement 24 et avant la formation de l'empilement 28.
- [0068] La formation d'un empilement 24, 28 et des pistes conductrices 26, 30 correspondantes comprend par exemple la formation de chaque couche de l'empilement, la gravure de ladite couche à l'emplacement de la piste et le remplissage dudit emplacement avec un matériau conducteur, par exemple un métal.
- [0069] A titre de variante, la formation d'un empilement 24, 28 et des pistes conductrices 26, 30 correspondantes comprend par exemple la formation des pistes conductrices d'un niveau, par exemple par croissance du métal, puis le remplissage du niveau avec un matériau isolant.
- [0070] Les ouvertures 32 et 34 sont par exemple formées par gravure dans l'empilement 28 après sa formation. A titre de variante, les emplacements des ouvertures peuvent être remplis par des matériaux de remplissage temporaires gravables sélectivement par rapport aux matériaux de l'empilement 28, c'est-à-dire les matériaux des couches de l'empilement et les matériaux des pistes 30. Les matériaux temporaires sont retirés après la formation de l'empilement 28 de manière à découvrir l'ouverture.
- [0071] La [Fig.5] représente une vue en perspective d'une autre étape de fabrication du mode de réalisation de la [Fig.1].
- [0072] L'étape de la [Fig.5] illustre la formation de l'élément 36 et des instruments 46, 47. Cette étape est par exemple effectuée indépendamment des étapes des figures 2 à 4. Ainsi, l'étape de la [Fig.5] peut être effectuée avant les étapes des figures 2 à 4, après les étapes des figures 2 à 4, ou simultanément.
- [0073] Au cours de cette étape, l'élément 36 est formé. Par exemple par moulage de la résine. L'élément 36 est ainsi constitué d'un seul bloc de résine moulée. L'élément 36 est ainsi formé de manière à avoir les ouvertures 38 et 40, et de manière à former les rebords 42 et 44.
- [0074] Les instruments optiques 46 et 47 sont ensuite placés et fixés dans les ouvertures 38 et 40, sur les rebords 42, 44.
- [0075] A la suite des étapes des figures 2 à 5, le procédé comprend une étape de fixation de l'élément 36 sur l'empilement 28.

- [0076] Un avantage des modes de réalisation décrits est qu'ils permettent aux régions d'émission 13, et de réception 16, 18 des rayons d'être coplanaires.
- [0077] Un autre avantage des modes de réalisation décrits est que le capteur est compact et résistant, les circuits étant protégés par la résine.
- [0078] Divers modes de réalisation et variantes ont été décrits. La personne du métier comprendra que certaines caractéristiques de ces divers modes de réalisation et variantes pourraient être combinées, et d'autres variantes apparaîtront à la personne du métier. En particulier, les connexions des circuits 12 et 14 peuvent être différentes. Par exemple, les connexions du circuit 14 peuvent être faite par la face supérieure du circuit, c'est-à-dire par un via 22 et des pistes 26, et éventuellement par des vias dans la puce, sans pistes 30.
- [0079] De plus, l'élément 36 peut être remplacé par un autre élément permettant de fermer les ouvertures 32, 34 et permettant de maintenir des instruments optiques. L'élément 36 peut par exemple être remplacé par un élément en un autre matériau.
- [0080] Enfin, la mise en oeuvre pratique des modes de réalisation et variantes décrits est à la portée de la personne du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus.

## Revendications

- [Revendication 1] Capteur temps de vol (10) comprenant un premier circuit (12) de génération de rayons lumineux et un deuxième circuit (14) de réception de rayons lumineux, les premier et deuxième circuits étant situés dans une première couche de résine (20), une première région (13) du premier circuit (12) configurée pour émettre les rayons lumineux et une deuxième région (18) du deuxième circuit (14) configurée pour recevoir les rayons lumineux affleurant une même première face (20a) de la première couche (20), la première face (20a) étant configurée pour être dirigée vers une scène.
- [Revendication 2] Capteur selon la revendication 1, dans lequel la première face (20a) est recouverte d'un premier empilement (28) de couches isolantes dans lesquelles sont situées des première pistes conductrices (30), le premier empilement (28) comprenant des première (32) et deuxième (34) ouvertures, la première ouverture (32) découvrant au moins partiellement la première région (13) et la deuxième ouverture (34) recouvrant au moins partiellement la deuxième région (18), au moins certaines des première pistes (30) sont en contact avec le premier circuit (12) ou le deuxième circuit (14).
- [Revendication 3] Capteur selon la revendication 2, le capteur comprenant un élément reposant sur le premier empilement (28), l'élément comprenant des troisième (38) et quatrième (40) ouvertures dans lesquels sont fixés des instruments optiques (46, 47), les instruments optiques (46, 47) étant au moins partiellement située en regard des première (13) et deuxième (18) régions.
- [Revendication 4] Capteur selon la revendication 3, dans lequel l'élément (36) est en résine et chaque troisième (38) et quatrième (40) ouverture comprend un rebord (42, 44) sur lequel est fixé l'instrument optique (46, 47).
- [Revendication 5] Capteur selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la première ouverture (32) découvre une troisième région (16) du deuxième circuit (14) configurée pour recevoir les rayons lumineux, la troisième région (16) affleurant la première face (20a) de la première couche (20), la troisième région (18) étant en regard d'une portion de l'élément (36).
- [Revendication 6] Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel une deuxième face (20b) de la première couche (20), est recouverte d'un deuxième empilement (24) de couches isolantes dans lesquelles sont situées des deuxième pistes conductrices (26).

- [Revendication 7] Capteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 5 et selon la revendication 6, dans lequel la première couche (20) comprend des vias conducteurs (22) reliant les premières pistes (30) conductrices et les deuxièmes pistes conductrices (26) et/ou des vias conducteurs (22) reliant le premier circuit (12) ou le deuxième circuit (14) et les deuxièmes pistes conductrices (26).
- [Revendication 8] Procédé de fabrication d'un capteur temps de vol (10) comprenant la formation, dans une première couche de résine (20), d'un premier circuit (12) de génération de rayons lumineux et d'un deuxième circuit (14) de réception de rayons lumineux, une première région (13) du premier circuit (12) configurée pour émettre les rayons lumineux et une deuxième région (18) du deuxième circuit (14) configurée pour recevoir les rayons lumineux affleurant une même première face (20a) de la première couche (20), la première face (20a) étant configurée pour être dirigée vers une scène.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 8, appliqué à la fabrication d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication 9 dans son rattachement à la revendication 7, comprenant la fixation des premier (12) et deuxième (14) circuits et des vias sur un support (48).
- [Revendication 11] Procédé selon la revendication 10, comprenant la formation de la première couche (20) de résine autour des premier (12) et deuxième (14) circuits et des vias (22) et sur le support (48).
- [Revendication 12] Procédé selon la revendication 11, dans lequel la première couche (20) est formée par un procédé de type boîtier intégré dans une plaque.

[Fig. 1]

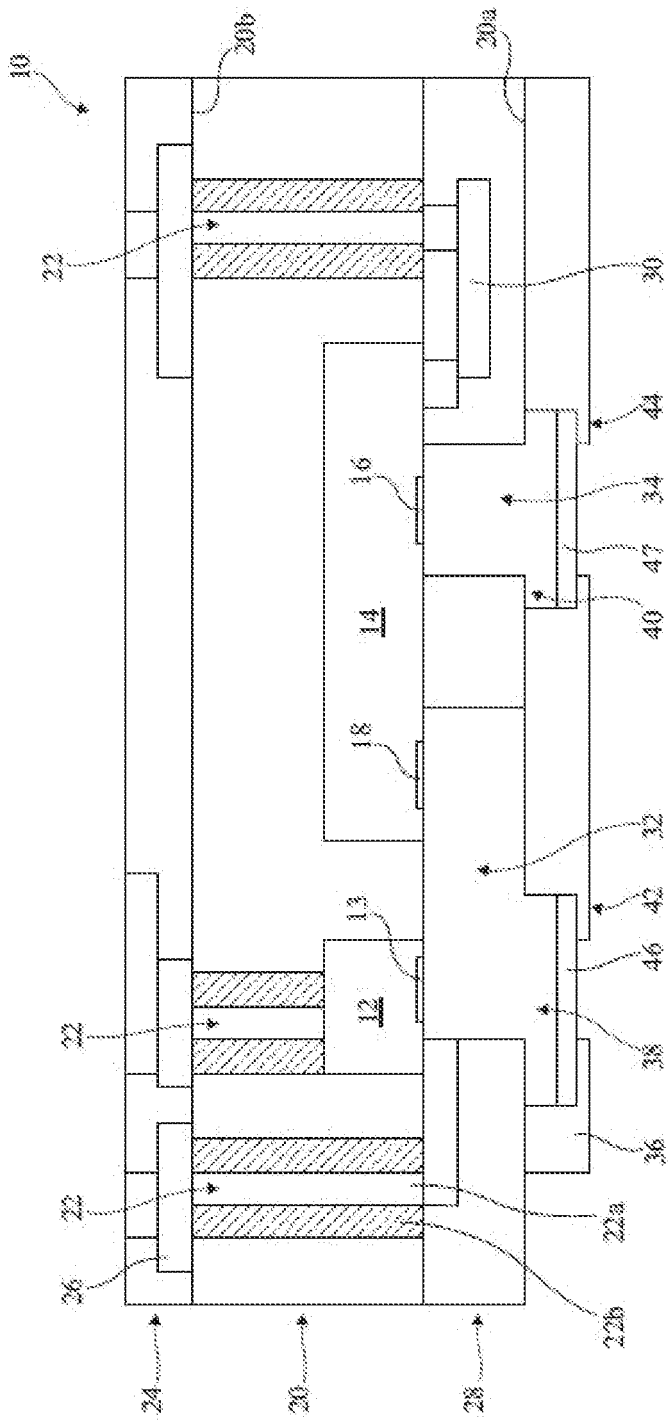


Fig 1

[Fig. 2]

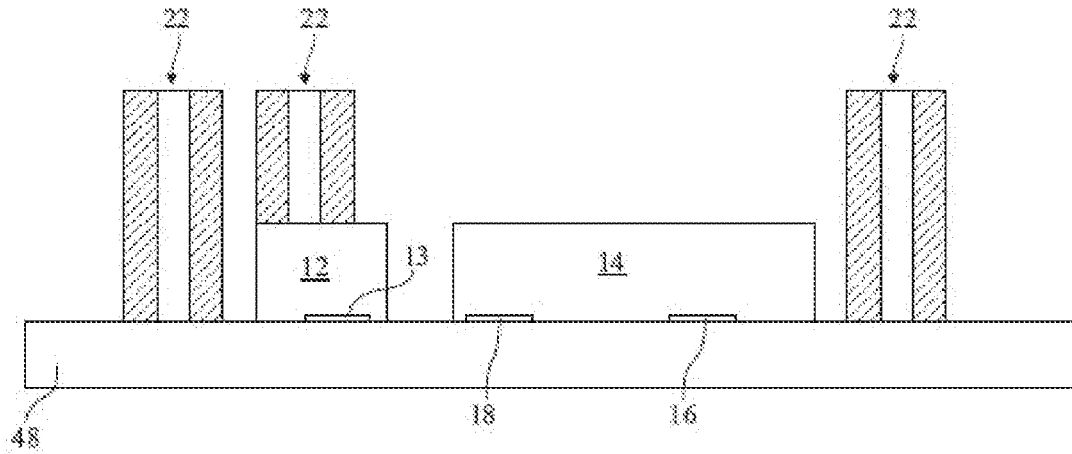


Fig 2

[Fig. 3]

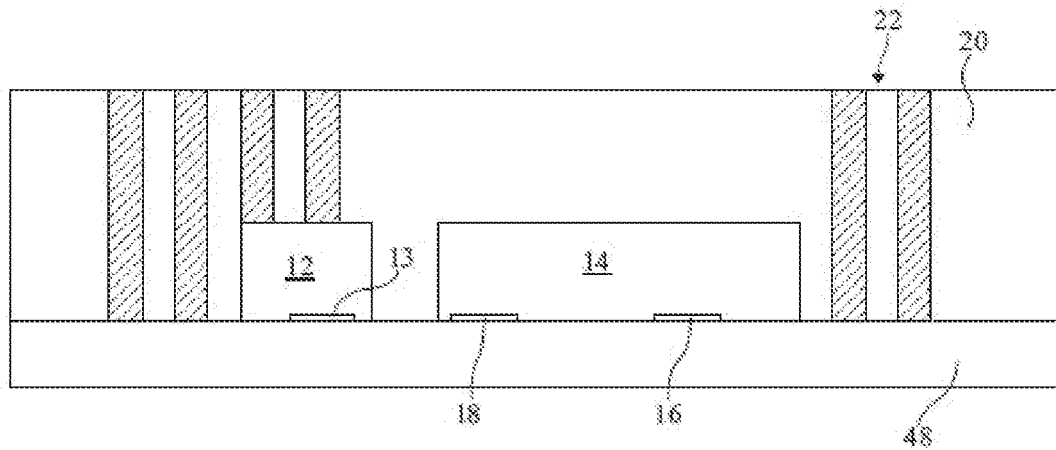


Fig 3

[Fig. 4]

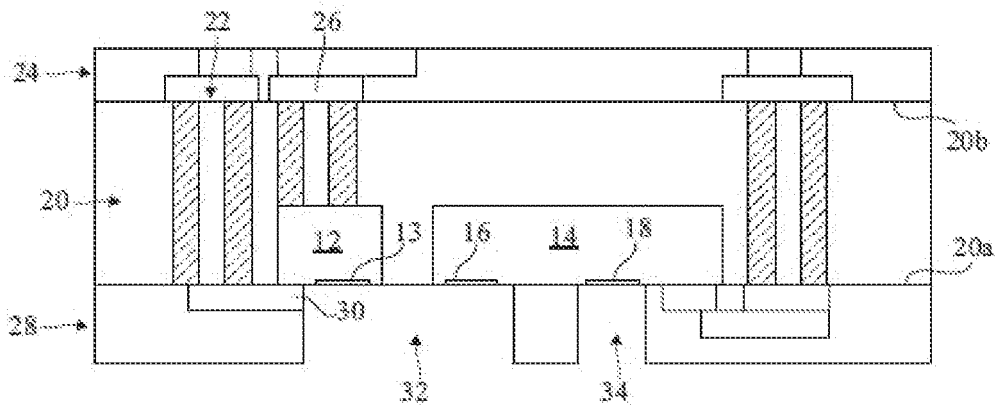


Fig 4

[Fig. 5]

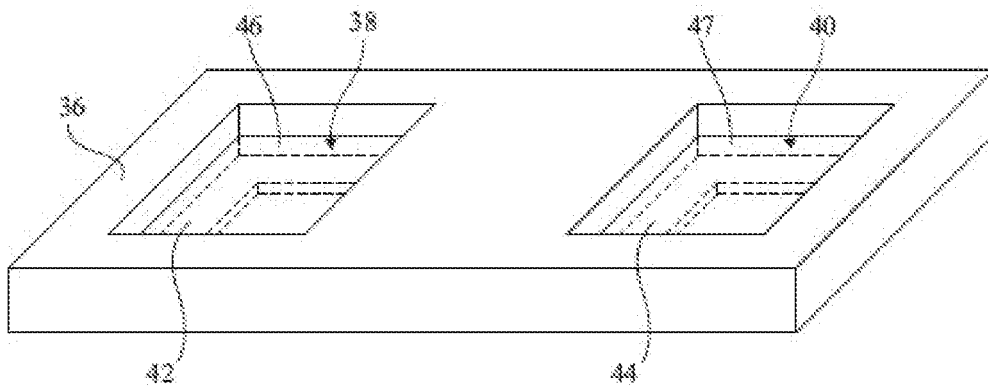


Fig 5

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2021/080547 A1 (LUAN JING-EN [SG])  
18 mars 2021 (2021-03-18)

US 2020/020827 A1 (HO HSIN-YING [TW] ET  
AL) 16 janvier 2020 (2020-01-16)

US 2021/373132 A1 (ETSCHMAIER HARALD [NL]  
ET AL) 2 décembre 2021 (2021-12-02)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2019/190606 A1 (RIVIERE JEAN-MICHEL  
[FR] ET AL) 20 juin 2019 (2019-06-20)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT