

DESCRIPTION

Titre de l'invention : Pièce de drainage thermique d'un module électronique 3D

[0001] Champ d'application

La présente invention concerne le domaine des modules optoélectroniques 3D d'imagerie, en particulier d'imagerie spatiale. Plus particulièrement, l'invention concerne la gestion thermique d'un capteur d'image utilisé dans le cadre d'applications spatiales, qu'elles soient scientifiques ou industrielles.

[0002] Problème soulevé

[0003] Dans l'industrie spatiale il est souhaitable de miniaturiser les modules optoélectroniques d'imagerie tout en utilisant des capteurs optoélectroniques plus performants ayant une plus grande résolution.

[0004] Dans le contexte de l'imagerie spatiale le maintien du capteur d'image à une température basse et stable est nécessaire pour assurer son bon fonctionnement. Les performances d'un capteur optoélectronique se dégradent drastiquement lorsque la température augmente. Le courant d'obscurité augmente et ainsi le noir devient gris lors de la détection. Cela est problématique dans des applications spatiales pour lesquelles le noir est prédominant sur la majorité des images. Cette problématique est amplifiée par l'utilisation de capteurs ayant de plus en plus de résolution. L'augmentation de la résolution induit une augmentation de la consommation électrique pour une même technologie du capteur et donc le capteur dissipe plus de chaleur lors de son fonctionnement.

[0005] Ainsi pour un fonctionnement dans des conditions de faible luminosité, la réduction du bruit thermique dans les imageurs est fondamentale. On entend par « bruit thermique » un bruit généré par l'agitation thermique des porteurs de charges.

[0006] Un problème à résoudre dans ce contexte consiste à maintenir une basse température d'un capteur optoélectronique dans un module électronique 3D pour une application spatiale. Un objectif général est d'assurer une basse température de fonctionnement pour un capteur optoélectronique afin de réduire le bruit thermique, et ainsi le courant d'obscurité. Cela permet d'améliorer la qualité des images.

[0007] Art antérieur/ Restrictions de l'état de l'art

[0008] Les solutions utilisées actuellement pour refroidir les capteurs sont l'addition d'un échangeur thermique de type Peltier et un radiateur pour dissiper la chaleur. Cependant, ce type de solution présente un coût élevé. De plus, la mise en œuvre de cette solution et son implémentation restent complexes. En effet, la surface dédiée à l'échange thermique dans le capteur n'est pas facilement accessible pour installer un tel dispositif dans un module électronique 3D. Ainsi, l'implémentation d'un échangeur thermique se fait au détriment de la compacité du module 3D.

[0009] Le brevet européen EP3340303B1 illustre un module électronique 3D comprenant un capteur optoélectronique et un berceau rigide thermiquement conducteur sous forme d'un cadre délimitant une ouverture qui loge ledit capteur. Le berceau est refroidi passivement et joue le rôle de masse thermique. Cependant, la surface de contact entre le berceau et le capteur est limitée à la périphérie du capteur. Cela augmente la résistance thermique entre le capteur et le berceau et limite la surface d'échange thermique.

[0010] Réponse au problème et apport solution

[0011] Pour pallier aux limitations des solutions existantes en ce qui concerne l'amélioration de la dissipation thermique du capteur optoélectronique intégré dans un module électronique 3D, l'invention propose une pièce de drainage thermique faiblement couteuse, simple à implémenter et compatible avec une structure tridimensionnelle d'un module électronique. La pièce de drainage thermique permet de réduire la résistance thermique de $4^{\circ}\text{C}/\text{W}$ par rapport à la solution du brevet européen EP3340303B1 ($3^{\circ}\text{C}/\text{W}$ au lieu de $7^{\circ}\text{C}/\text{W}$). La pièce de drainage selon l'invention permet de maximiser la surface d'échange thermique entre le capteur et le berceau quelque soit la manière dont le capteur est reporté dans le berceau. De plus, l'invention propose un module électronique 3D dans lequel la pièce de drainage selon l'invention est implémentée de manière à créer un circuit thermique reliant le capteur à une interface refroidie par des moyens externes. De plus, l'invention présente un procédé de fabrication du module électronique 3D selon l'invention.

[0012] La solution selon l'invention permet d'améliorer la qualité des images dans un environnement à faible luminosité en réduisant le bruit thermique dans le capteur. La réduction du bruit thermique est réalisée par réduction de la résistance thermique entre le capteur et la masse thermique du module. La réduction de la résistance

thermique entre le capteur et la masse thermique du module est réalisée par augmentation de la surface d'échange thermique entre le capteur et la masse thermique du module.

[0013] La solution permet de contrôler plus efficacement la température du capteur, permettant ainsi de le maintenir à une basse température sans perdre en termes de compacité du module 3D.

[0014] De plus, la pièce de drainage selon l'invention permet de réduire les coûts de fabrication et d'assemblage par rapport aux solutions de l'état de l'art.

[0015] De plus, la solution selon l'invention est compatible avec tout capteur optique disposant d'une surface libre dans sa matrice de connectique de type LGA (acronyme de l'expression anglaise Land Grid Array), BGA (acronyme de l'expression anglaise Ball Grid Array), CGA (acronyme de l'expression anglaise Column Grid Array) ou PGA (acronyme de l'expression anglaise Pin Grid Array).

[0016] **Résumé /Revendications**

[0017] L'invention a pour objet une pièce de drainage thermique réalisée en un matériau thermiquement conducteur et destinée à connecter thermiquement un capteur optoélectronique à un berceau rigide refroidi par des moyens de refroidissement externes. Le capteur optoélectronique étant monté sur un circuit imprimé; le berceau présentant au moins un bossage de fixation et une ouverture destinée à loger le capteur optoélectronique.

Ladite pièce de drainage thermique comprenant :

- une base destinée à être mise en contact thermique avec au moins un bossage de fixation du berceau ;
- une protubérance destinée à être mise en contact thermique avec une face inférieure du capteur optoélectronique à travers un trou traversant le circuit imprimé et passant à travers un trou du circuit imprimé.

[0018] Selon un aspect particulier de l'invention, la base est composée d'un ou plusieurs bras solidaires.

[0019] Selon un aspect particulier de l'invention, les bras sont coplanaires selon un premier plan.

[0020] Selon un aspect particulier de l'invention, les bras sont solidaires via une surface d'intersection centrale commune.

[0021] Selon un aspect particulier de l'invention, la protubérance s'étend depuis la surface d'intersection centrale.

[0022] Selon un aspect particulier de l'invention, les bras sont solidaires via une pièce mécanique de fixation sous forme de cadre ou d'anneau reliant les bras entre eux.

[0023] Selon un aspect particulier de l'invention, la protubérance s'étend depuis la pièce mécanique de fixation.

[0024] Selon un aspect particulier de l'invention, la protubérance présente une première surface supérieure plane.

[0025] Selon un aspect particulier de l'invention, chaque bras comprend au moins une extrémité présentant une seconde surface supérieure destinée à être collée à la base du bossage de fixation associée.

[0026] Selon un aspect particulier de l'invention, chaque bras comprend au moins une extrémité ayant une forme complémentaire à celle de la surface latérale du bossage de fixation associée.

[0027] L'invention a également pour objet un module électronique 3D comprenant :

- un capteur optoélectronique monté sur un circuit imprimé,
- un berceau rigide refroidi par des moyens de refroidissement externes ; le berceau présentant une ouverture centrale destinée à loger le capteur optoélectronique et présentant au moins un bossage de fixation,
- une pièce de drainage thermique selon l'invention.

[0028] Selon un aspect particulier de l'invention, le capteur optoélectronique comporte un boîtier dans lequel est logée une puce photosensible à face active plane, avec sur la face opposée du boîtier des broches de connexion électrique connectées au circuit imprimé à travers l'ouverture du berceau.

[0029] Selon un aspect particulier de l'invention, la hauteur de la protubérance est choisie de manière à obtenir un volume d'espace vide entre la base et le circuit imprimé.

[0030] Selon un aspect particulier de l'invention, le capteur est moulé dans une résine en époxy.

[0031] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un module électronique 3D selon l'invention comprenant les étapes suivantes :

- i- fixer le capteur optoélectronique au berceau par collage sur les bords de l'ouverture centrale à l'aide d'une colle thermiquement conductrice.
- ii- percer le circuit imprimé pour réaliser des trous alignés avec les bossages de fixation du berceau et la protubérance de la pièce de drainage.
- iii- Assembler l'ensemble formé par le capteur optoélectronique et le berceau au circuit imprimé après insertion des bossages de fixation dans les trous dédiés.
- iv- Assembler l'ensemble formé par le capteur optoélectronique, le berceau et circuit imprimé à la pièce de drainage thermique par insertion de la protubérance dans le trou dédié et par collage des extrémités de la base aux bossages d'appui à l'aide d'une colle thermiquement conductrice.

[0032] Selon un aspect particulier de l'invention, le procédé comprend en outre une étape de moulage capteur optoélectronique dans une résine en époxy après l'étape de fixation i).

Description détaillée

[0033] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit en relation aux dessins annexés suivants.

[0034] [Fig. 1a] la figure 1a illustre une première vue en perspective du module électronique selon un premier mode de réalisation de l'invention.

[0035] [Fig. 1b] la figure 1b illustre une seconde vue en perspective du module électronique selon le premier mode de réalisation de l'invention.

[0036] [Fig. 1c] la figure 1c illustre une vue en coupe du module électronique selon le premier mode de réalisation de l'invention.

[0037] [Fig. 1d] la figure 1d illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique selon le premier mode de réalisation de l'invention.

[0038] [Fig. 2a] la figure 2a illustre une vue en perspective du module électronique selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0039] [Fig. 2b] la figure 2b illustre une vue en coupe du module électronique selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0040] [Fig. 2c] la figure 2c illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0041] [Fig. 3a] la figure 3a illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

[0042] [Fig. 3b] la figure 3b illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

[0043] [Fig. 4] la figure 4 illustre un organigramme des étapes du procédé de fabrication d'un module électronique 3D selon l'invention.

[0044] Dans la suite de la description, les expressions « avant », « arrière », « supérieur », « inférieur » sont utilisées en référence à l'orientation des figures décrites. Dans la mesure où les éléments peuvent être positionnés selon d'autres orientations, la terminologie directionnelle est indiquée à titre d'illustration et n'est pas limitative.

[0045] La figure 1a illustre une première vue en perspective du module électronique 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention. Le module électronique 1 comprend un capteur optoélectronique 10 monté sur un circuit imprimé 20, un berceau 30 rigide et une pièce de drainage thermique 40. La figure 1a illustre le module électronique 1 du côté de la face active du capteur optoélectronique 10. La figure 1b illustre une seconde vue en perspective du module électronique selon le premier mode de réalisation de l'invention. La figure 1b illustre le module électronique 1 du côté de la pièce de drainage thermique 40.

[0046] Le capteur optoélectronique 10 comprend un boîtier 101 dans lequel est logée une puce photosensible 102. La puce photosensible 102 présente une première face active plane (orthogonale à l'axe Z) apte à convertir des photons en charges électriques. Le capteur comprend en outre, sur la face opposée orthogonale à l'axe Z (ici face inférieure) du boîtier 101, des broches 103 de connexion électrique. Les broches 103 sont destinées à connecter la puce photosensible aux pistes conductrices du circuit imprimé 20. Le circuit imprimé 20 est présenté en transparent sur la figure 1b afin de visualiser la distribution des broches et la surface inférieure du capteur optoélectronique 10. Les broches 103 occupent partiellement la face

inférieure du boîtier 101 de manière à laisser une surface partielle sans broches. Dans le cas illustré, il s'agit de la surface centrale de la face inférieure du capteur 10. Les broches 103 peuvent être de type LGA (acronyme de l'expression anglaise Land Grid Array), BGA (acronyme de l'expression anglaise Ball Grid Array), CGA (acronyme de l'expression anglaise Column Grid Array) ou PGA (acronyme de l'expression anglaise Pin Grid Array).

[0047] Le circuit imprimé 20 peut être réalisé par un circuit de type PCB (acronyme de Printed Circuit Board) comprenant des pistes électriquement conductrices. Les pistes électriquement conductrices sont connectées aux broches afin d'acheminer les signaux provenant du capteur optoélectronique 10. Alternativement, il est possible d'empiler une pluralité de circuits imprimés l'un sur l'autre en dessous du capteur 10. Les circuits imprimés peuvent être interconnectés par des vias métalliques ou des pistes de conceptions latérales.

[0048] Le berceau 30 est réalisé sous forme d'un cadre rigide dans lequel le capteur 10 est positionné et collé par sa face arrière comprenant les broches 103. Le berceau 30 joue un rôle de stabilisation mécanique du capteur 10. Le berceau comprend une ouverture 31 dans laquelle le capteur 10 est logé. La périphérie de la face inférieure du capteur 10 repose sur une partie de la surface périphérique de l'ouverture 31. L'ouverture 31 permet le passage des broches 103 vers le circuit imprimé 20. L'ouverture 31 est généralement rectangulaire mais pas nécessairement. Le capteur 10 est fixé au berceau 30 au moyen d'une colle thermiquement conductrice au niveau de la surface de contact périphérique de l'ouverture 31. Avantagusement, le capteur 10 est moulé dans une résine en époxy, de préférence une résine en époxy chargée en billes de silice. Cela permet de stabiliser mécaniquement le capteur dans le cadre du berceau 30.

[0049] A titre d'exemple non limitatif, le berceau 30 est réalisé avec de l'acier ou de l'aluminium.

[0050] De plus, le berceau 30 présente une pluralité de bossages de fixation 32 pour stabiliser mécaniquement le berceau 30 et ainsi le module 3D 10. Le circuit imprimé 20 présente des trous alignés avec le positionnement des bossages de fixation 32. Les bossages de fixation 32 sont insérés dans les trous associés le circuit imprimé 20 est assemblé avec le berceau 30 par brasage. Les bossages de fixation 32 sont

insérés dans les trous du circuit imprimé 20 de manière à obtenir un contact électrique entre les broches 103 du capteur et les pistes métalliques du circuit imprimé 20 à travers l'ouverture 31.

[0051] D'ailleurs, le berceau 30 joue le rôle de masse thermique pour l'ensemble du module électrique 3D 1. Plus particulièrement, il s'agit d'interface thermique pour le capteur du module électronique 3D. Le berceau 30 est refroidi par des moyens de refroidissement externes non représentés par souci de simplification. Les moyens de refroidissement peuvent être réalisés par différents moyens actifs (caloduc par exemple) ou passifs (dispositif de type Peltier par exemple) qui se connectent via les interfaces mécaniques disponibles sur le module électronique 3D. Ainsi, la température du berceau est maintenue à une valeur cible généralement basse dans le contexte de l'invention.

[0052] La pièce de drainage thermique 40 comprend une base 41 et une protubérance 42 qui s'étend à partir de la base vers la face inférieure du capteur 10. La base 41 est fixée à au moins un bossage de fixation 32 par collage au moyen d'une colle thermiquement conductrice. Cela permet de créer au moins un point de contact thermique entre la base 41 et le berceau jouant le rôle de masse thermique.

[0053] De plus, la protubérance 42 s'étend de la base jusqu'à atteindre la face inférieure du capteur 10 à travers un trou aligné avec le positionnement de la protubérance 42. La protubérance est insérée dans le trou associé dans le circuit imprimé 20 et sa hauteur est choisie de manière à venir en butée avec la face inférieure du capteur 10. Cela permet de créer au moins une surface de contact thermique entre la pièce de drainage thermique 40 et le capteur 10 à refroidir. La surface de contact entre la protubérance 41 et la face inférieure du capteur 10 se situe dans une zone de ladite face dépourvue des broches 103.

[0054] Avantageusement, la protubérance 41 présente une surface supérieure plane. Il est possible de fixer la surface supérieure de la protubérance 42 à la face inférieure du capteur 10 en utilisant une colle thermiquement conductrice. Cela permet d'améliorer la robustesse mécanique de la structure du module électronique 3D.

[0055] Il en résulte la création d'un circuit d'évacuation de la chaleur du capteur 10 vers le berceau 30 jouant le rôle de masse thermique. L'introduction de la pièce de drainage thermique 40 permet d'augmenter la surface d'échange thermique entre le

berceau 30 et le capteur 10. Ainsi, l'invention permet de diminuer la résistance thermique entre le berceau et le capteur sans augmenter l'encombrement du module électronique 3D par rapport à une structure sans drainage thermique.

[0056] Avantageusement, la base 41 se compose d'une pluralité de bras solidaires entre-eux, plus particulièrement deux bras 412 et 411 coplanaires qui se croisent au milieu. Le premier bras 411 relie un premier bossage de fixation au bossage de fixation qui lui est diagonalement opposé. Le second bras 412 relie un second bossage de fixation au bossage de fixation qui lui est diagonalement opposé. Le second bossage de fixation est adjacent au premier bossage de fixation. Chaque bras présente à une extrémité une surface plane en appui à la surface inférieure du bossage de fixation associé. L'extrémité de chaque bras est fixée au bossage de fixation associé par une colle thermiquement conductrice. L'utilisation des bras permet d'alléger le poids de la pièce de drainage 40 sans affaiblir la robustesse mécanique de la pièce 40. La longueur de chacun des bras 411 et 412 est supérieure ou égale à la longueur de la diagonale du cadre du berceau rigide 30.

[0057] Les deux bras 412 et 411 sont solidaires via une surface d'intersection centrale S0 commune aux deux bras. La protubérance 42 s'étend à partir de ladite surface d'intersection S0 vers le capteur 10 monté dans le berceau.

[0058] La figure 1c illustre une vue en coupe du module électronique selon le premier mode de réalisation afin de comprendre le chemin d'évacuation de chaleur. L'interface entre la protubérance 42 et la face inférieure du capteur 10 sert comme surface d'échange thermique pour recevoir une partie de la quantité de chaleur générée par le capteur lors de son fonctionnement. La quantité de chaleur récupérée au niveau de l'interface I0 est propagée à travers la protubérance 42 et les bras 411 et 412 de la base 41 par conduction thermique. Le chemin thermique créé par la pièce de drainage thermique 40 guide la chaleur vers les interfaces I1 et I2 entre chaque bras de la base 41 et le bossage de fixation associé 31 du berceau 30. Nous rappelons que le berceau est refroidi par des moyens de refroidissement externes. Cela permet alors d'éviter la surchauffe du capteur 10 lors de son fonctionnement en évacuant la chaleur produite par effet Joule. Cela permet ainsi de maintenir le capteur 10 à une température cible et à minimiser le bruit thermique dans ledit capteur.

[0059] Dans le premier mode de réalisation, la base 41 de la pièce de drainage thermique 41 vient en appui sur les surfaces inférieures des bossages 32. Cela permet d'améliorer la robustesse mécanique du module électronique 3D tout en minimisant la contrainte mécanique appliquée par la protubérance 42 sur le capteur 10.

[0060] La longueur de la protubérance 42 est choisie de manière à venir en butée avec la face inférieure du capteur 11 à travers le circuit imprimé 20 et l'ouverture 31. Avantageusement, il est possible de concevoir la longueur de la protubérance 42 de manière à obtenir un volume d'espace vide V0 entre la base 41 et le circuit imprimé 20. L'espace vide V0 peut être utilisé pour loger des composants électroniques supplémentaires afin d'obtenir un module électronique 3D plus compact.

[0061] La figure 1d illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique 40 toute seule selon le premier mode de réalisation de l'invention. A titre d'exemple non limitatif, la protubérance 42 est de forme parallélépipédique avec une surface supérieure plane. La surface supérieure plane joue le rôle de surface d'échange thermique avec le capteur. Chacun des bras 411 et 412 est de forme plate afin d'améliorer la stabilité du module électrique 3D après montage. La forme plate au niveau des extrémités des bras permet de réaliser un montage où les bras 411 et 412 reposent sur les bossages de fixation 32, tout en maximisant la surface d'échange thermique entre le berceau 30 et la pièce de drainage thermique 40.

[0062] La pièce de drainage thermique 40 est réalisée avec des matériaux thermiquement conducteurs tel que les métaux (l'aluminium, l'acier...), des alliages métalliques légers ou des polymères thermiquement conducteurs, ou le graphène. .

[0063] La figure 2a illustre une vue en perspective du module électronique 1 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. La figure 2b illustre une vue en coupe du module électronique selon le deuxième mode de réalisation de l'invention. La figure 2c illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0064] Le deuxième mode de réalisation de l'invention reprend les mêmes caractéristiques du premier mode de réalisation, à l'exception de la forme des extrémités des bras 411 et 412 de la base 41. L'extrémité de chacun des bras 411, 412 formant la base 41 de la pièce de drainage 40 présente une forme

complémentaire à celle de la surface latérale du bossage de fixation associée. A titre d'exemple non limitatif, si les bossages de fixation sont de forme cylindrique, la forme de l'extrémité de chaque bras est sous la forme d'un arc de cercle comme illustré sur la figure 2c. La pièce de drainage thermique est assemblée au berceau de la manière suivante : l'extrémité du bras sous forme d'arc de cercle épouse la surface latérale du bossage de fixation cylindrique associé comme illustré sur la figure 2a. On réalise ainsi une liaison glissière guidée par les bossages de fixation 32. La pièce de drainage thermique est insérée à l'intérieur de la structure du berceau jusqu'à avoir un contact en butée entre le sommet de la protubérance 42 et la face inférieure du capteur 10. Une colle thermiquement conductrice est appliquée sur la surface supérieure de la protubérance 42 afin de fixer mécaniquement la pièce de drainage thermique 40 à l'ensemble solidaire formé par le capteur 10, le circuit imprimé 20 et le berceau 30.

[0065] La longueur des bras 411 et 412 est égale à la longueur de la diagonale du cadre du berceau afin de pouvoir insérer la base 41 en glissière guidée par les bossages de fixation 32.

[0066] L'avantage du second mode de réalisation par rapport au premier consiste à faciliter le montage puisque la pièce de drainage thermique est centrée par construction par rapport au cadre du berceau.

[0067] La figure 3a illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique 41 selon un troisième mode de réalisation de l'invention. Selon ce mode de réalisation, les bras 411 et 412 sont solidaires en outre via une pièce mécanique de fixation 43 sous forme de cadre ou d'anneau reliant les bras 411, 412 entre eux. Cela permet d'améliorer la robustesse mécanique de la pièce de drainage thermique. Il est possible que la zone partielle de la face inférieure du capteur 10, alignée avec la pièce mécanique de fixation 43 soient dépourvue de broches de connexions. Dans ce cas, il est envisageable de réaliser une ou plusieurs protubérances qui s'étendent de la pièce mécanique de fixation 43 vers ladite zone partielle. Ainsi, la surface d'échange thermique est augmentée par rapport aux modes de réalisations précédents.

[0068] La figure 3b illustre une vue en perspective de la pièce de drainage thermique selon un quatrième mode de réalisation de l'invention. Dans le quatrième mode de

réalisation, la base est un plan comprenant des trous 420, 421, 422, 423 permettant d'alléger la pièce. De plus, ce mode de réalisation permet d'accéder aux composants montés dans un volume d'espace vide V0 entre la base 41 et le circuit imprimé 20. De plus, les trous permettent d'intégrer des composants dans le volume V0 ayant une hauteur supérieure à celle de la protubérance de manière à dépasser la base 41.

[0069] L'avantage du troisième et du quatrième mode de réalisation par rapport aux modes de réalisations précédents consiste ainsi à augmenter la robustesse mécanique et diminuer la résistance thermique.

[0070] Plus généralement, la forme de la base 41 n'est pas limitée à une structure en plusieurs bras. Il est envisageable d'adapter la forme de la base selon la forme du cadre du berceau (rectangulaire, circulaire...). A titre d'exemple, il est envisageable de réaliser une base 41, sous forme de plan plein parallèle à la face inférieure du capteur, ou un anneau (ou cadre) plan reliant les appuis de bossage du berceau.

[0071] La figure 4 illustre un organigramme des étapes du procédé P1 de fabrication d'un module électronique 1 selon l'invention.

[0072] La première étape i) consiste à fixer le capteur optoélectronique 10 au berceau 30 par collage sur les bords de l'ouverture centrale 31 à l'aide d'une colle thermiquement conductrice. Le capteur 10 est placé dans l'ouverture 31 du cadre du berceau 30. La périphérie de la face inférieure du capteur 10 repose sur une partie de la surface périphérique de l'ouverture 31. Le capteur 10 est centré par rapport à ladite ouverture 31. On réalise ainsi l'assemblage mécanique entre le capteur 10 et le berceau 30.

[0073] La deuxième étape ii) consiste à percer le circuit imprimé 20 pour réaliser des trous alignés avec les bossages de fixation 32 du berceau et l'au moins une protubérance 42 de la pièce de drainage 40.

[0074] Alternativement, il est envisageable d'utiliser un circuit imprimé 20 préalablement percé par le constructeur.

[0075] La troisième étape iii) consiste à assembler l'ensemble formé par le capteur 10 et le berceau 30 au circuit imprimé 20 par insertion des bossages de fixation 32 dans les trous dédiés. Le berceau 30 est inséré dans le circuit imprimé 20 à travers les trous associés aux bossages jusqu'au contact des broches 103 du capteur avec les pistes métalliques du circuit imprimé 20.

[0076] . L'assemblage du circuit imprimé 20 au capteur 10 est réalisé ensuite par brasage des broches sur les pistes métalliques du circuit imprimé.

[0077] La quatrième étape iv) consiste à assembler l'ensemble formé par le capteur optoélectronique 10, le berceau 30 et le circuit imprimé 20 à la pièce de drainage thermique 40. Cette étape est réalisée par insertion de la protubérance 32 dans le trou dédié à travers le circuit imprimé 20 jusqu'à avoir un contact en butée entre le sommet de la protrusion 40 et la face inférieure du capteur 10. Les extrémités de la base 41 sont assemblées aux bossages de fixation 32 à l'aide d'une colle thermiquement conductrice. Il est envisageable d'appliquer la colle thermiquement conductrice sur la surface supérieure de la protubérance 42 en contact avec la face inférieure du capteur 10.

[0078] Optionnellement, le procédé P1 comprend une étape de moulage du capteur optoélectronique 10 dans une résine en époxy après la première étape i) de manière à renforcer la liaison mécanique entre le capteur et le berceau.

[0079] Optionnellement, le procédé P1 comprend une étape de moulage par résine de l'ensemble formé par le capteur, le berceau, le circuit imprimé et la pièce de drainage. Cela permet de protéger l'ensemble de la structure assemblée.

REVENDEICATIONS

1. Pièce de drainage thermique (40) réalisée en un matériau thermiquement conducteur et destinée à connecter thermiquement un capteur optoélectronique (10) à un berceau (30) rigide refroidi par des moyens de refroidissement externes ; le capteur optoélectronique (10) étant monté sur un circuit imprimé (20) ; le berceau présentant au moins un bossage de fixation (32) et une ouverture (31) destinée à loger le capteur optoélectronique (10) ; ladite pièce de drainage thermique (40) comprenant :
 - une base (41) destinée à être mise en contact thermique avec au moins un bossage de fixation (32) du berceau ;
 - une protubérance (42) destinée à être mise en contact thermique avec une face inférieure du capteur optoélectronique (10) à travers un trou traversant le circuit imprimé (20).
2. Pièce de drainage thermique (40) selon la revendication 1 dans laquelle la base (41) est composée d'un ou plusieurs bras (411, 412) solidaires.
3. Pièce de drainage thermique (40) selon la revendication 2 dans laquelle les bras (411, 412) sont coplanaires selon un premier plan (P1) .
4. Pièce de drainage thermique (40) selon la revendication 3 dans laquelle les bras (411, 412) sont solidaires via une surface d'intersection centrale (S0) commune.
5. Pièce de drainage thermique (40) selon la revendication 4 dans laquelle la protubérance (42) s'étend depuis la surface d'intersection centrale.
6. Pièce de drainage thermique (40) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5 dans laquelle les bras (411, 412) sont solidaires via une pièce mécanique de fixation (43) sous forme de cadre ou d'anneau reliant les bras (411, 412) entre eux.
7. Pièce de drainage thermique (40) selon la revendication 6 dans laquelle la protubérance (42) s'étend depuis la pièce mécanique de fixation (43).
8. Pièce de drainage thermique (40) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dans laquelle la protubérance (42) présente une première surface supérieure plane.
9. Pièce de drainage thermique (40) selon l'une quelconque des revendications 2 à 8 dans laquelle chaque bras (411,412) comprend au moins une extrémité

présentant une seconde surface supérieure destinée à être collée à la base du bossage de fixation associée.

10. Pièce de drainage thermique (40) selon l'une quelconque des revendications 2 à 8 dans laquelle chaque bras (411,412) comprend au moins une extrémité ayant une forme complémentaire à celle de la surface latérale du bossage de fixation associée.
11. Module électronique 3D (1) comprenant :
 - un capteur optoélectronique (10) monté sur un circuit imprimé (20)
 - un berceau (30) rigide refroidi par des moyens de refroidissement externes ; le berceau présentant une ouverture centrale (31) destinée à loger le capteur optoélectronique et présentant au moins un bossage de fixation (32),
 - une pièce de drainage thermique (40) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
12. Module électronique 3D (1) selon la revendication 11 dans lequel le capteur optoélectronique (10) comporte un boîtier (101) dans lequel est logée une puce (102) photosensible à face active plane, avec sur la face opposée du boîtier (101) des broches (103) de connexion électrique connectées au circuit imprimé (20) à travers l'ouverture (31).
13. Module électronique 3D (1) selon l'une quelconque des revendications 11 à 12 dans lequel la hauteur de la protubérance est choisie de manière à obtenir un volume d'espace vide (V0) entre la base (41) et le circuit imprimé (20).
14. Module électronique 3D (1) selon l'une quelconque des revendications 11 ou 13 dans lequel le capteur (10) est moulé dans une résine en époxy.
15. Procédé de fabrication (P1) d'un module électronique 3D (1) selon l'une quelconque des revendications 11 à 14 comprenant les étapes suivantes :
 - i- fixer le capteur optoélectronique (10) au berceau (30) par collage sur les bords de l'ouverture centrale (31) à l'aide d'une colle thermiquement conductrice.
 - ii- percer le circuit imprimé (20) pour réaliser des trous alignés avec les bossages de fixation (32) du berceau et la protubérance de la pièce de drainage.
 - iii- Assembler l'ensemble formé par le capteur optoélectronique (10) et le berceau (30) au circuit imprimé (20) après insertion des bossages de fixation (32) dans les trous dédiés.

- iv- Assembler l'ensemble formé par le capteur optoélectronique (10), le berceau (30) et circuit imprimé (20) à la pièce de drainage thermique par insertion de la protubérance (32) dans le trou dédié et par collage des extrémités de la base (41) aux bossages d'appui (32) à l'aide d'une colle thermiquement conductrice.
16. Procédé de fabrication (P1) selon la revendication précédente pour réaliser un module électronique 3D selon la revendication 14 comprenant en outre une étape de moulage capteur optoélectronique (10) dans une résine en époxy après l'étape de fixation i).