

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

①① **N° de publication :** **3 075 558**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① **N° d'enregistrement national :** **17 62467**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 05 K 3/30** (2018.01), H 05 K 1/02, H 05 K 3/34

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ **SUPPRESSION DES ZONES DE FORTE CONTRAINTE DANS LES ASSEMBLAGES ELECTRONIQUES.**

②② **Date de dépôt :** 19.12.17.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public  
de la demande :** 21.06.19 Bulletin 19/25.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention :** 15.11.19 Bulletin 19/46.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :**

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :**

○ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** *SAFRAN ELECTRONICS &  
DEFENSE Société par actions simplifiée — FR.*

⑦② **Inventeur(s) :** CHOCTEAU PHILIPPE et  
LECORDER DENIS.

⑦③ **Titulaire(s) :** SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE  
Société par actions simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s) :** REGIMBEAU.

**FR 3 075 558 - B1**



## DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne le domaine des cartes électroniques, notamment dans les domaines de l'automobile, de l'aéronautique et du spatial, et plus précisément la fixation de composants montés en surface sur des circuits imprimés.

## ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

De manière connue en soi, une carte électronique peut comprendre des composants montés en surface (CMS), c'est-à-dire des composants électroniques brasés directement à la surface du circuit imprimé d'une carte électronique.

Habituellement, les CMS sont montés en surface soit par refusion (« reflow soldering » en anglais), soit à la vague (« solder wave » en anglais), soit par l'utilisation d'une colle conductrice, soit par frittage.

Dans le cas du brasage par refusion, le circuit imprimé nu est tout d'abord sérigraphié en recouvrant les couches conductrices du circuit imprimé (généralement en cuivre) par une crème à braser à l'aide d'un écran de sérigraphie (ou pochoir) de sorte que seuls les emplacements destinés à recevoir les terminaisons des composants sont recouverts par la crème à braser. La crème à braser comprend, de manière connue en soi, un alliage métallique en suspension dans un flux de brasage. Puis les terminaisons des composants (CMS) sont posées sur la crème à braser avant de subir un traitement thermique de refusion, au cours duquel la chaleur fait fondre l'alliage et évaporer le flux de brasage de manière à former des joints de brasure à partir de l'alliage métallique présent dans la crème à braser.

Dans le cas d'un assemblage par frittage argent, le circuit imprimé nu est également sérigraphié en recouvrant les couches conductrices du circuit imprimé par une pâte à l'aide d'un écran de sérigraphie (ou pochoir) de sorte que seuls les emplacements destinés à recevoir les terminaisons des composants sont recouverts par la pâte. La pâte comprend, de manière connue en soi, des particules d'argent et des éléments organiques servant de liant, de dispersant et de diluant. Puis les terminaisons des composants

(CMS) sont posées sur la pâte avant de subir un traitement thermique de frittage, au cours duquel la chaleur fait souder les grains entre eux sans les mener jusqu'à la fusion, réalisant ainsi le joint.

Les joints ainsi obtenus (que ce soit par brasage ou par frittage) sont  
5 cependant fortement sollicités. En particulier, la partie des joints qui est située  
entre le composant et la plage de brasage est très fine, comme on peut le  
voir en figure 1. Les joints subissent donc de très fortes contraintes,  
notamment en cisaillement, et risquent donc de se fissurer rapidement  
lorsque la carte électronique subit des environnements sévères en  
10 températures et/ou en vibrations. Cela réduit donc fortement la durée de vie  
de la carte électronique.

Par ailleurs, en utilisation, les cartes électroniques peuvent être  
soumises à des environnements sévères en températures créant des  
déplacements relatifs (dans le plan de la surface) entre CMS et le circuit  
15 imprimé. Ces déplacements relatifs sont généralement dus à une dilatation  
différentielle entre les CMS et le circuit imprimé résultant d'une variation de  
température, les CMS et le circuit imprimé ayant généralement des  
coefficients de dilatation thermique dans le plan différents. Or, ces  
déplacements relatifs ont pour effet de générer des contraintes qui  
20 endommagent les joints de brasure, limitant ainsi leur durée de vie et leur  
fiabilité.

Afin de réduire ces contraintes, il a été proposé d'augmenter la hauteur  
verticale (habituellement désignée par le terme anglais « standoff ») entre la  
face supérieure de la plage de brasage (qui peut être en cuivre, en cuivre  
25 recouvert de nickel-or au tout autre matériau adapté) et le point bas des  
terminaisons conductrices des CMS une fois brasés, afin d'augmenter la  
hauteur d'alliage en interface entre les CMS et les plages de brasage. Les  
joints de brasure ainsi obtenus sont alors plus souples et donc plus robustes.

Toutefois, l'industrie de l'aéronautique et du spatial reste en  
30 perpétuelle recherche d'amélioration des cartes électroniques, et cherche  
donc encore des inventions pour augmenter la fiabilité et la durée de vie des  
joints de brasure des CMS.

## RESUME DE L'INVENTION

Un objectif de l'invention est donc de proposer une carte électronique comprenant un circuit imprimé et des composants montés en surface dont la durée de vie, la fiabilité et la robustesse sont améliorées, qui soit simple à  
5 réaliser et de coût modéré quelle que soit la densité d'implantation des composants sur le circuit imprimé et/ou le type de composant, sans pour autant impacter le rendement d'assemblage de la carte électronique et sans modifier le process d'assemblage usuellement utilisé.

10

Pour cela, l'invention propose une carte électronique comprenant :

- un circuit imprimé présentant une face de connexion définissant un plan comportant au moins une plage de brasage ou de frittage,
- un composant électronique comportant au moins une terminaison,  
15 chaque terminaison étant brasée ou frittée sur une plage associée par l'intermédiaire d'un joint de brasure ou de frittage.

De plus, une projection orthogonale de la terminaison du composant électronique sur la face de connexion du circuit imprimé ne chevauche pas la plage associée.

20

Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives de la carte électronique décrite ci-dessus sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- la plage s'étend sous le composant électronique ou sur le côté du  
25 composant électronique.
- La carte électronique comprend en outre : une couche isolante recouvrant au moins partiellement la face de connexion, au moins une cavité formée dans la couche isolante et dévoilant au moins en partie la plage, le composant électronique étant en contact ou à distance de la couche isolante  
30 et la terminaison du composant électronique étant fixée à la plage correspondante à travers la cavité.

- le circuit imprimé comprend au moins deux plages et le composant électronique comprend au moins deux terminaisons associées auxdites plages, le circuit imprimé comprenant en outre au moins quatre couches conductrices séparées deux à deux par des couches isolantes, dont : une première couche conductrice de peau fixée sur la couche isolante, une première et une deuxième couches conductrices internes comprenant les deux plages, et au moins deux cavités formées dans la première couche conductrice de peau et dans la couche isolante.
  - la paroi de la cavité est sensiblement perpendiculaire à la plage.
- le circuit imprimé comporte deux plages, lesdites plages étant séparées d'une première distance  $L_{PCB}$  lorsque la carte électronique est à température ambiante, le circuit imprimé présentant un premier coefficient de dilatation thermique  $CTE_{PCB}$  dans le plan,
  - le composant électronique comprend deux terminaisons, lesdites terminaisons étant séparées d'une deuxième distance  $L_{CMS}$  lorsque la carte électronique est à température ambiante, le composant électronique présentant un deuxième coefficient de dilatation thermique  $CTE_{CMS}$  dans le plan et
    - la première distance  $L_{PCB}$  est sensiblement égale au quotient du coefficient de dilatation thermique  $CTE_{CMS}$  du composant électronique et du coefficient de dilatation thermique  $CTE_{PCB}$  du circuit imprimé multiplié par la deuxième distance  $L_{CMS}$ :
 
$$L_{PCB} = L_{CMS} \times \frac{CTE_{CMS}}{CTE_{PCB}}$$
- la carte électronique comprend en outre un point de colle sous le composant électronique, entre les plages, afin de maintenir le composant électronique en position par rapport aux plages lors du brasage du composant électronique sur le circuit imprimé.
  - la carte électronique comprend en outre, pour chaque terminaison, une plage sacrificielle, ladite plage sacrificielle s'étendant entre la plage et une partie du circuit imprimé qui s'étend en regard de la terminaison.

- la plage sacrificielle présente une dimension, suivant une direction correspondant à une direction de plus grande dilatation du composant électronique, égale à au moins 200 microns.
- la carte électronique comprend n outre une bande de connexion configurée pour connecter électriquement la plage sacrificielle et la plage associée. Et/ou
- la plage sacrificielle, la plage et la bande de connexion forment un H, un U ou un O.

## 10 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

15 La figure 1 illustre schématiquement un exemple de réalisation d'une carte électronique conforme à l'art antérieur,

La figure 2a est une vue schématique d'un premier exemple de réalisation d'une carte électronique conforme à l'invention comprenant un composant monté en surface, dans le cas où la première distance est inférieure à la deuxième distance. La carte électronique est à température ambiante.

La figure 2b illustre la carte électronique lorsqu'elle subit une température sévère.

25 La figure 3 est une vue schématique d'un deuxième exemple de réalisation d'une carte électronique conforme à l'invention comprenant un composant monté en surface, dans le cas où la première distance est supérieure à la deuxième distance.

30 La figure 4 est une vue schématique d'un troisième exemple de réalisation d'une carte électronique conforme à l'invention, dans lequel des cavités sont formées dans une couche isolante recouvrant en tout ou partie la face de connexion de la carte isolante et la première distance est inférieure à la deuxième distance.

La figure 5 illustre un quatrième mode de réalisation d'une carte électronique conforme à l'invention, dans laquelle un point de colle est utilisé pour maintenir le composant électronique pendant son brasage sur le circuit imprimé,

5 Les figures 6a et 6b illustrent deux exemples de réalisation d'un cinquième mode de réalisation conforme à l'invention, dans lesquels le composant électronique est en outre fixé sur des plages de brasage sacrificielles.

Les figures 7a et 7b sont des vues schématiques du dessus illustrant  
10 une variante de réalisation du cinquième mode de réalisation, dans lesquelles les plages de brasage sacrificielles sont connectées aux plages de brasage par l'intermédiaire d'une ou de deux bandes de connexion.

#### DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

15 Une carte électronique 1 comprend un circuit imprimé 2 comportant des couches conductrices séparées par des couches isolantes sur lequel sont fixés des composants électroniques montés en surface 5 (ci-après, des CMS 5).

De manière générale, un circuit imprimé 2 peut être du type  
20 monocouche (également appelé simple couche) et ne comprendre qu'une seule couche conductrice sur une couche isolante, double couche (également appelé double face) et comprendre une couche conductrice de part et d'autre d'une couche isolante ou multicouche et comprendre au moins quatre couches conductrices (et donc trois couches isolantes).

25 Le circuit imprimé 2 présente une face de connexion 3 définissant un plan (X, Y) et destinée à recevoir au moins un CMS 5. A cet effet, la face de connexion 3 comporte au moins une plage 4. Par plage 4, on comprendra ici une plage, par exemple en cuivre, sur laquelle est brasé ou fritté le CMS 5.

Les CMS 5 quant à eux comprennent au moins une terminaison 6,  
30 chaque terminaison étant fixée sur une plage 4 associée de la face de connexion 3 du circuit imprimé 2 par l'intermédiaire d'un joint de brasure 7.

Dans ce qui suit, l'invention sera décrite dans le cas où le circuit imprimé 2 de la carte électronique 1 comprend deux plages de brasage 4, deux joints 7 de brasure et un CMS 5 comprenant deux terminaisons 6. Ceci n'est cependant pas limitatif, le circuit imprimé pouvant comprendre un plus grand nombre de plage de brasage 4, ou pouvant être obtenu par frittage et comportant alors des plages de frittage 4 et autant de joints 7 de frittage associés, la carte électronique 1 pouvant comprendre un plus grand nombre de CMS 5, et les CMS 5 un nombre différent de terminaisons (au moins une terminaison 6). L'invention s'applique alors mutatis mutandis à chaque ensemble formé des plages 4 (de brasage ou de frittage) et du CMS 5 associé.

L'invention s'applique également mutatis mutandis au frittage ou au brasage d'une puce sur un substrat dans un composant monté en surface, puisque lesdites puces forment elles-mêmes un composant monté en surface sur un circuit imprimé.

Afin d'améliorer la durée de vie de la carte électronique 1 et de réduire les contraintes dans les joints de brasure 7, la ou les plages de brasage 4 sont positionnées sur la face de connexion 3 du circuit imprimé 10 de sorte qu'une projection orthogonale des terminaisons 6 du composant électronique 5 sur la face de connexion 3 du circuit imprimé ne chevauche pas la ou les plages de brasage 4 associées. En d'autres termes, les plages de brasage 4 et les terminaisons 6 ne se chevauchent pas, de sorte que les plages de brasage 4 se trouvent sous le CMS 5 ou de part et d'autre du CMS 5.

Cela permet donc de supprimer la zone du joint de brasure 7 qui est située entre une terminaison 6 donnée du CMS 5 et la plage de brasage 4 associée. Comme nous l'avons vu plus haut, cette zone, très fine (de l'ordre d'une dizaine de microns), correspondait en effet à l'endroit du joint de brasure 7 où les contraintes en cisaillement (et donc les risques de fissuration) sont les plus fortes dans un CMS fixé sur le circuit imprimé conformément à l'art antérieur (voir Fig. 1). Or en supprimant cette zone, on homogénéise les contraintes en cisaillement dans le joint de brasure 7 et

limite les risques d'initiation de fissures, ce qui améliore encore une fois la durée de vie de l'assemblage du CMS.

Dans le cas où le circuit imprimé 10 et le CMS 5 présentent des coefficients de dilatation thermique dans le plan (X, Y) différents, la distance entre les plages de brasage 4 peut en outre être ajustée en fonction de la distance entre les terminaisons 6 du CMS et de la valeur de ces coefficients de dilatation thermique afin d'optimiser leur déplacement relatif lors de l'exposition de la carte électronique 1 à des conditions sévères en température et de soulager les joints de brasure 7.

En effet, les plages de brasage 4 du circuit imprimé sont séparées par une première distance  $L_{PCB}$ . Cette première distance  $L_{PCB}$  est mesurée à température ambiante  $T_1$  entre les centres 4a respectifs des plages de brasage 4.

Les terminaisons 6 sont quant à elles séparées par une deuxième distance  $L_{CMS}$ . Cette deuxième distance  $L_{CMS}$  est mesurée à température ambiante  $T_1$  entre les centres 6a respectifs des terminaisons 6. Dans le cas où le CMS 5 comprend plus de deux terminaisons 6, la deuxième distance  $L_{CMS}$  correspond à la distance entre les terminaisons 6 les plus éloignées, typiquement en diagonale. Par ailleurs, pour les CMS 5 dont les terminaisons comprennent des pattes, la distance  $L_{CMS}$  s'étend depuis l'extrémité libre des pattes qui vient en regard des plages de brasage 4 et non depuis leur extrémité fixée sur le CMS.

L'allongement  $\Delta L_{PCB}$  du circuit imprimé 2 et l'allongement  $\Delta L_{CMS}$  du CMS 5 en fonction de la température (ces allongements  $\Delta L_{PCB}$  et  $\Delta L_{CMS}$  pouvant être positifs et/ou négatifs) peuvent être évalués grâce aux relations suivantes :

$$\Delta L_{CMS} = L_{CMS} \times \Delta T \times CTE_{CMS}$$

$$\Delta L_{PCB} = L_{PCB} \times \Delta T \times CTE_{PCB}$$

où  $L_{PCB}$  est la première distance

$L_{CMS}$  est la deuxième distance

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$T_1$  est la température ambiante à laquelle sont déterminées les première et deuxième distances  $L_{PCB}$ ,  $L_{CMS}$ . Par température ambiante  $T_1$ , on comprendra ici une température de l'ordre d'une vingtaine de degrés.

$T_2$  est une température différente de  $T_1$ , par exemple une température d'utilisation, de stockage ou de fonctionnement de la carte électronique 1,

$\Delta L_{CMS}$  est l'allongement du CMS 5 entre la température ambiante  $T_1$  et la température  $T_2$ ,

$\Delta L_{PCB}$  est l'allongement du circuit imprimé 2 entre la température ambiante  $T_1$  et la température  $T_2$ .

10

La différence  $\Delta L_{assemblage}$  entre l'allongement du CMS 5 et l'allongement du circuit imprimé 2, entre la température ambiante  $T_1$  et la température  $T_2$ , peut donc être obtenue grâce à la formule (2) suivante :

$$\Delta L_{assemblage} = (L_{PCB} \times CTE_{PCB} - L_{CMS} \times CTE_{CMS}) \times \Delta T \quad (1)$$

15

Il est ainsi possible d'augmenter de manière simple et efficace la durée de vie et la robustesse d'une carte électronique 1 en ajustant la première distance  $L_{PCB}$  en fonction de la deuxième distance  $L_{CMS}$  et des coefficients de dilatation thermique  $CTE_{PCB}$  et  $CTE_{CMS}$ , grâce à la formule (1) reproduite ci-dessus. Quelle que soit la température de fonctionnement, la différence d'allongement  $\Delta L_{assemblage}$  est donc optimisée de manière à être aussi faible que possible, limitant ainsi fortement les contraintes au sein des joints de brasure 7.

20

La deuxième distance  $L_{CMS}$  étant fixe et intrinsèque au CMS 5, on ajuste donc la première distance  $L_{PCB}$  en gravant les plages de brasage 4 sur la face de connexion 3 de sorte que la première distance  $L_{PCB}$  permette de compenser l'écart de coefficient de dilatation thermique entre le circuit imprimé 2 et le CMS 5.

25

Idéalement, on cherche à avoir une différence d'allongement  $\Delta L_{assemblage}$  nulle. Afin de réduire les contraintes formées au sein des joints de brasure 7 lors des variations de température, la première distance  $L_{PCB}$  (entre les plages de brasage 4) est donc choisie de manière à être égale au quotient du coefficient de dilatation thermique ( $CTE_{CMS}$ ) du CMS et du coefficient de

30

dilatation thermique ( $CTE_{PCB}$ ) du circuit imprimé multiplié par la deuxième distance  $L_{CMS}$  :

$$L_{PCB} = L_{CMS} \times \frac{CTE_{CMS}}{CTE_{PCB}} \quad (2)$$

On notera que l'invention trouve particulièrement une application  
 5 lorsque la différence entre le premier coefficient de dilatation thermique ( $CTE_{PCB}$ ) et le deuxième coefficient de dilatation thermique ( $CTE_{CMS}$ ) est supérieure ou égale à 2. En dehors de cette gamme, la dilatation différentielle du CMS 5 et du circuit imprimé est en effet trop faible pour que le déplacement relatif du CMS 5 et du circuit imprimé soit notable.

10 Ainsi, lorsque le coefficient de dilatation thermique  $CTE_{PCB}$  du matériau constitutif du circuit imprimé 2 est inférieur au coefficient de dilatation thermique  $CTE_{CMS}$  du CMS 5, on retrouve que la première distance  $L_{PCB}$  est strictement supérieure à la deuxième distance  $L_{CMS}$  (Figure 3) de sorte que les plages de brasage 4 se trouvent de part et d'autre à l'extérieur des terminaisons 6 du CMS 5. De la sorte, lorsque la carte électronique 1 subit  
 15 une température  $T_2$  supérieure à la température ambiante  $T_1$ , le CMS 5 et le circuit imprimé 2 se dilatent. Toutefois, le coefficient de dilatation thermique  $CTE_{PCB}$  du matériau constitutif du circuit imprimé 2 étant inférieur à celui du CMS 5, le CMS 5 se dilate davantage que le circuit imprimé 2. La distance  
 20  $L_{PCB}$  étant strictement supérieure à la deuxième distance  $L_{CMS}$ , il en résulte qu'à cette température  $T_2$ , les plages de brasage 4 et les terminaisons 6 du CMS 5 sont quasiment à la même distance relative qu'à température ambiante  $T_1$ , ce qui soulage les contraintes dans les joints de brasure 7 par rapport au cas où les plages de brasage 4 et les terminaisons 6 du CMS 5  
 25 sont en regard l'une de l'autre à température ambiante  $T_1$  (Figure 1) et la distance relative entre elles varie plus sensiblement.

A l'inverse, lorsque le coefficient de dilatation thermique  $CTE_{PCB}$  du matériau constitutif du circuit imprimé 2 est supérieur au coefficient de dilatation thermique  $CTE_{CMS}$  du CMS 5, on retrouve que la première distance  
 30  $L_{PCB}$  est strictement inférieure à la deuxième distance  $L_{CMS}$  (Figure 2a). De la sorte, lorsque la température de la carte électronique 1 augmente, l'écart

entre les plages de brasage 4 et les terminaisons 6 du CMS 5 varie peu ce qui a pour effet de soulager les contraintes dans les joints de brasure 7.

Ainsi, l'élévation de la température ne modifie pas le déplacement relatif entre les terminaisons 6 du CMS 5 et les plages de brasage 4 du circuit imprimé 2 et en réduit les effets négatifs en compensant la différence de dilatation du CMS 5 et du circuit imprimé 2.

En pratique, la durée de vie et la robustesse de la carte électronique 1 sont déjà nettement améliorés lorsque la première distance  $L_{PCB}$  est égale, à 50% près, à la multiplication du quotient des coefficients de dilatation thermique  $\frac{CTE_{CMS}}{CTE_{PCB}}$  par la deuxième distance  $L_{CMS}$  (formule (1) décrite ci-avant), tant que la projection orthogonale des terminaisons 6 ne chevauche pas la plage de brasage 4 associée. Cette tolérance de 50% est justifiée par les constatations suivantes :

– La terminaison du CMS 5 (respectivement, le circuit imprimé 2) présente un allongement  $\Delta L_{CMS}$  (respectivement,  $\Delta L_{PCB}$ ) variable entre ses deux extrémités (respectivement, entre les bords de la plage de brasage 4). Il n'est donc pas possible d'obtenir  $L_{PCB} = L_{CMS} \times \frac{CTE_{CMS}}{CTE_{PCB}}$  partout dans le joint de brasure.

– Il n'est pas toujours possible de rapprocher suffisamment les plages de brasage 4 pour respecter la formule (2). Par exemple, si le coefficient de dilatation thermique du circuit imprimé est quatre fois plus grand que celui du CMS 5, il n'est pas possible de rapprocher suffisamment les plages pour respecter la formule (3) et de réaliser le joint de brasure lors de la fabrication de la carte électronique 1.

– Les coefficients de dilatation thermique du circuit imprimé et du CMS ne sont généralement pas connus avec précision et ont une dispersion.

– Les coefficients de dilatation thermique du circuit imprimé et du CMS varient en fonction de la température.

Par exemple, pour des circuits imprimés 2 simple face, le coefficient de dilatation thermique  $CTE_{PCB}$  du circuit imprimé 2 est généralement compris entre 15 ppm/°C et 17 ppm/°C, soit une moyenne de 16 ppm/°C. Pour une résistance 2512 présentant une longueur de 6.3 mm, la deuxième

5 distance  $L_{CMS}$ , qui correspond à la distance entre les centres des terminaisons 6 de la résistance, est égale à 5.7 mm à température ambiante. Par ailleurs, le coefficient de dilatation thermique  $CTE_{CMS}$  de la résistance est égal à 7. On cherche donc à rapprocher les plages de brasage 4 de sorte que

10 la deuxième distance  $L_{CMS}$ , qui correspond à la distance entre les centres des plages de brasage 4, se rapproche de la valeur théorique que l'on obtient grâce à la formule (2), soit environ 2.5 mm :

$$L_{PCB} = 5.7 \times \frac{7}{16} = 2.5mm$$

Dans une forme de réalisation, la carte électronique 1 peut en outre

15 comprendre une couche isolante 8 recouvrant au moins partiellement la face de connexion 3 et deux cavités 9, formées dans la couche isolante et dévoilant au moins en partie les plages de brasage 4. Dans ce cas, le CMS 5 est en contact ou à distance de la couche isolante 8 et ses terminaisons 6 sont fixées aux plages de brasage 4 correspondantes à travers la première

20 et la deuxième cavités 9.

Une telle forme de réalisation est décrite plus particulièrement dans la demande de brevet français n°17 56700, déposée le 13 juillet 2017 au nom de la Demanderesse. La réalisation de telles cavités 9 permet en particulier

25 d'augmenter de manière simple et peu coûteuse le standoff du CMS 5 sans pour autant impacter le rendement d'assemblage des CMS 5.

Dans une variante de cette forme de réalisation (Figure 4), la carte électronique 1 est multicouche et comprend au moins quatre couches conductrices séparées deux à deux par des couches isolantes, dont :

- 30 – une première couche conductrice de peau fixée sur la couche isolante,

– une première et une deuxième couches conductrices internes comprenant les deux plages de brasage 4.

Les deux cavités 9 sont alors formées dans la première couche conductrice de peau et dans la couche isolante.

5            On pourra notamment se référer à la demande de brevet français n°17 56697, déposée le 13 juillet 2017 au nom de la Demanderesse. Une telle carte électronique 1 peut ainsi comprendre des CMS 5 variés, qu'il s'agisse de composants à pas fin, de grandes tailles, avec des pattes en ailes de mouette, etc., de manière simple et pour un coût modéré sans pour autant  
10            impacter le rendement d'assemblage des CMS 5.

          Quelle que soit la variante de réalisation, la paroi 10 des cavités 9 peut être inclinée par rapport à la face de connexion 3. En variante, elle peut diverger. Selon une autre variante encore la paroi 10 des cavités 9 est  
15            perpendiculaire à la face de connexion 3. Dans cette dernière variante de réalisation, la surface dévoilée de la face de connexion 3 est donc plus grande que la surface des plages de brasage 4. Le cas échéant, la cavité 9 peut être plus grande suivant la direction principale de dilatation du CMS 5 que la plage de brasage 4. Pour cela, la couche isolante peut être pré-percée  
20            avant son assemblage avec le circuit imprimé 2. En variante, la plage de brasage 4 peut être réalisée de manière à être plus large que nécessaire dans cette direction, puis la cavité 9 peut être réalisée par photolithographie en surface comme décrit dans le document FR 17 56700 et la zone de la plage de brasage 4 superflue peut être retirée.

25            Lors de la fixation en automatique, notamment par refusion, d'un CMS 5 sur un circuit imprimé 2, il se peut que le CMS 5 ne soit pas centré et se déplace davantage vers l'une des terminaisons 6 en raison des forces de mouillage qui ne sont généralement pas équilibrées (le CMS 5 n'étant généralement pas placé exactement au milieu des deux plots de crème à  
30            braser).

          En cas de déplacement du CMS 5, l'effet recherché n'est alors pas obtenu : typiquement, ce déplacement peut recréer une zone de fortes

contraintes dans le joint de brasure 7 à la verticale entre une terminaison 6 donnée du CMS 5 et la plage de brasage 4 associée qui est propice à l'initiation de fissures et réduit donc la durée de vie du CMS. Pire encore, le CMS 5 peut se désolidariser de l'une des terminaisons 6 pendant le brasage.

5 Deux modes de réalisation sont proposés pour faciliter la fabrication des cartes électroniques 2 en automatique. Ce problème ne se pose en effet pas lors de la fixation manuelle du CMS 5.

Dans un premier mode de réalisation (Fig. 5), un point de colle 11 est placé entre le CMS 5 et les plages de brasage 4 du circuit imprimé 2  
10 préalablement à l'étape brasage. Un tel point de colle 11 suffit en effet pour maintenir le CMS 5 en position et lutter contre les forces de mouillage.

Typiquement, la colle 11 est choisie de manière à présenter une température de polymérisation inférieure à la température du traitement thermique utilisée lors du brasage du CMS 5. Par exemple, lorsque le CMS  
15 5 est brasé par refusion d'une crème à braser, la colle est choisie de manière à présenter une température de polymérisation de l'ordre de 100°C à 150°C (pour rappel, un brasage par refusion comprend, de manière connue en soi, les étapes successives de montée en température, préchauffage, refusion et refroidissement, la température de l'étape de refusion étant généralement  
20 supérieure à 180°C). De la sorte, la colle polymérise pendant la phase de préchauffage et est capable de maintenir le CMS 5 en position pendant l'étape de refusion.

La colle peut par exemple être une colle époxy.

Dans un deuxième mode de réalisation (Figures 6a, 6b, 7a et 7b), une  
25 plage de brasage sacrificielle 12 est ajoutée, pour chaque terminaison 6 du CMS 5, entre la plage de brasage 4 et la partie du circuit imprimé 2 qui s'étend en regard de la terminaison 6 associée. La plage sacrificielle 12 peut être réalisée dans le même matériau que la plage de brasage 4 associée. Ainsi, les plages sacrificielles 12 peuvent être placées sur l'extérieur des plages de  
30 brasage 4 lorsque les plages de brasage 4 se trouvent sous le CMS 5, ou entre les plages de brasage 4 lorsque les plages de brasage 4 se trouvent sur l'extérieur du CMS 5.

De préférence, les plages de brasage sacrificielles 12 sont très fines (par exemple de l'ordre de deux cent microns) de façon à maintenir l'avantage lié au décalage des plages de brasage 4 par rapport au centre des terminaisons 6. Lorsque la carte électronique 1 subit un environnement  
5 thermique sévère, les contraintes en cisaillement vont alors se concentrer dans la partie du joint de brasure 7 qui est fixée sur les plages sacrificielles 12 et généralement les fissurer. Toutefois, ces plages sacrificielles 12 étant distinctes des plages de brasage 4, la fissuration ne va pas affecter la partie du joint de brasure 7 qui est fixée aux plages de brasage 4. On retrouvera  
10 donc une carte électronique 1 dans laquelle la projection orthogonale des terminaisons 6 ne chevauche pas les plages de brasage 4. En parallèle, les plages sacrificielles 12 sont capables de maintenir le CMS 5 en position et d'éviter qu'il ne se décale pendant son brasage sur le circuit imprimé 2.

La Demanderesse s'est aperçue que, dans de très rares cas, le CMS  
15 5 pouvait tout de même se déplacer et n'être alors relié au niveau de l'une de ses terminaisons 6 qu'à l'une des plages sacrificielles 12. Afin de réduire encore les taux de défaut, pour chaque terminaison 6, la plage sacrificielle 12 et la plage de brasage 4 associées peuvent être reliées par une fine bande 13 réalisée dans le même matériau que la plage de brasage 4. Les  
20 déplacements inopinés du CMS 5 et du joint de brasure 5 pendant le brasage du CMS 5 sur le circuit imprimé sont alors encore plus rares. En cas de déplacement inopiné du CMS 5 et du joint de brasure 5 pendant le brasage du CMS 5 sur le circuit imprimé de sorte que le joint de brasure 7 ne soit plus en contact qu'avec la plage sacrificielle 12, la connexion électrique avec la  
25 plage de brasage 4 reste assurée grâce à la fine bande 13. La fine bande 13 peut être globalement centrée entre la plage sacrificielle 12 et la plage de brasage 4 (formant ainsi un H – Fig. 6a), ou s'étendre le long d'un bord de celles-ci (formant ainsi un U). En variante, deux bandes 13 peuvent s'étendre entre la plage sacrificielle 12 et la plage de brasage 4, par exemple au niveau  
30 de chacun des bords de la plage de brasage 4 (formant ainsi un O – Fig. 6b).

On notera que la forme et les dimensions de la plage de brasage sacrificielle 12 ne sont pas limitatives. En particulier, la plage de brasage

sacrificielle 12 peut être plus longue ou plus courte que la plage de brasage 7, plus large ou plus étroite, sans que cela ne soit limitatif.

## REVENDEICATIONS

1. Carte électronique (1) comprenant :

- un circuit imprimé (2) présentant une face de connexion (3) définissant  
5 un plan (X, Y) comportant au moins une plage (4) de brasage ou de frittage,
- un composant électronique (5) comportant au moins une terminaison  
(6), chaque terminaison (6) étant brasée ou frittée sur une plage (4) associée  
par l'intermédiaire d'un joint (7) de brasure ou de frittage,  
la carte électronique étant caractérisée en ce qu'une projection orthogonale  
10 de la terminaison (6) du composant électronique (5) sur la face de connexion  
(3) du circuit imprimé ne chevauche pas la plage (4) associée.

2. Carte électronique selon la revendication 1, dans laquelle la plage  
(4) s'étend sous le composant électronique (5) ou sur le côté du composant  
15 électronique (5).

3. Carte électronique (1) selon l'une des revendications 1 ou 2,  
comprenant en outre :

- une couche isolante (8) recouvrant au moins partiellement la face de  
20 connexion (3),
- au moins une cavité (9) formée dans la couche isolante (8) et dévoilant  
au moins en partie la plage (4),  
le composant électronique (5) étant en contact ou à distance de la couche  
isolante (8) et la terminaison (6) du composant électronique (5) étant fixée à  
25 la plage (4) correspondante à travers la cavité (9).

4. Carte électronique (1) selon la revendication 3, dans laquelle le  
circuit imprimé (2) comprend au moins deux plages (4) et le composant  
électronique (5) comprend au moins deux terminaisons (6) associées  
30 auxdites plages (4), le circuit imprimé comprenant en outre au moins quatre  
couches conductrices séparées deux à deux par des couches isolantes,  
dont :

- une première couche conductrice de peau fixée sur la couche isolante (8),
  - une première et une deuxième couches conductrices internes comprenant les deux plages (4), et
- 5     – au moins deux cavités (9) formées dans la première couche conductrice de peau et dans la couche isolante (8).

5. Carte électronique (1) selon l'une des revendications 3 ou 4, dans laquelle la paroi (10) de la cavité (9) est sensiblement perpendiculaire à la  
10 plage (4).

6. Carte électronique selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle :

- le circuit imprimé (2) comporte deux plages (4), lesdites plages (4)  
15 étant séparées d'une première distance ( $L_{PCB}$ ) lorsque la carte électronique (1) est à température ambiante ( $T_1$ ), le circuit imprimé (2) présentant un premier coefficient de dilatation thermique ( $CTE_{PCB}$ ) dans le plan (X, Y),

- le composant électronique (5) comprend deux terminaisons (6), lesdites terminaisons (6) étant séparées d'une deuxième distance ( $L_{CMS}$ )  
20 lorsque la carte électronique (1) est à température ambiante ( $T_1$ ), le composant électronique (5) présentant un deuxième coefficient de dilatation thermique ( $CTE_{CMS}$ ) dans le plan (X, Y),

- la première distance ( $L_{PCB}$ ) étant sensiblement égale au quotient du coefficient de dilatation thermique ( $CTE_{CMS}$ ) du composant électronique (5)  
25 et du coefficient de dilatation thermique ( $CTE_{PCB}$ ) du circuit imprimé (10) multiplié par la deuxième distance ( $L_{CMS}$ ) :

$$L_{PCB} = L_{CMS} \times \frac{CTE_{CMS}}{CTE_{PCB}}$$

7. Carte électronique (1) selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant en outre un point de colle (11) sous le composant électronique  
30 (5), entre les plages (4), afin de maintenir le composant électronique (5) en

position par rapport aux plages (4) lors du brasage du composant électronique (5) sur le circuit imprimé (2).

5 8. Carte électronique (1) selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre, pour chaque terminaison (6), une plage sacrificielle (12), ladite plage sacrificielle (12) s'étendant entre la plage (4) et une partie du circuit imprimé (2) qui s'étend en regard de la terminaison (6).

10 9. Carte électronique selon la revendication 8, dans laquelle la plage sacrificielle (12) présente une dimension, suivant une direction correspondant à une direction de plus grande dilatation du composant électronique (5), égale à au moins 200 microns.

15 10. Carte électronique selon l'une des revendications 8 ou 9, comprenant en outre une bande de connexion (13) configurée pour connecter électriquement la plage sacrificielle (12) et la plage (4) associée.

20 11. Carte électronique selon la revendication 10, dans laquelle la plage sacrificielle (12), la plage (4) et la bande de connexion (13) forment un H, un U ou un O.

FIG. 1

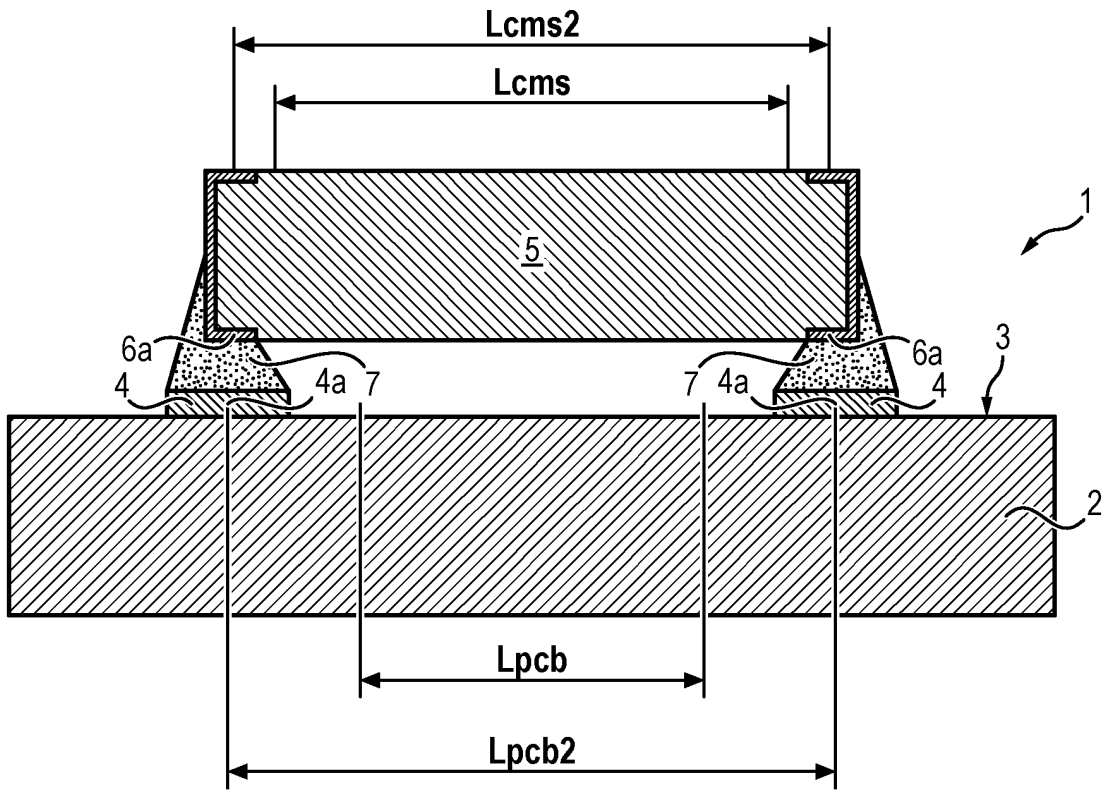


FIG. 2a

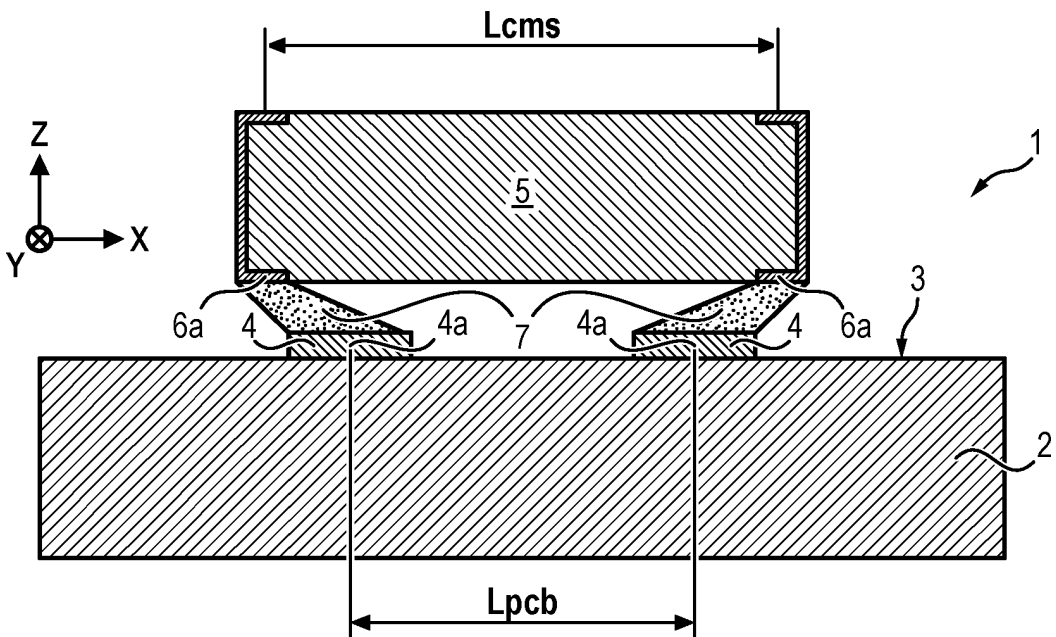


FIG. 2b

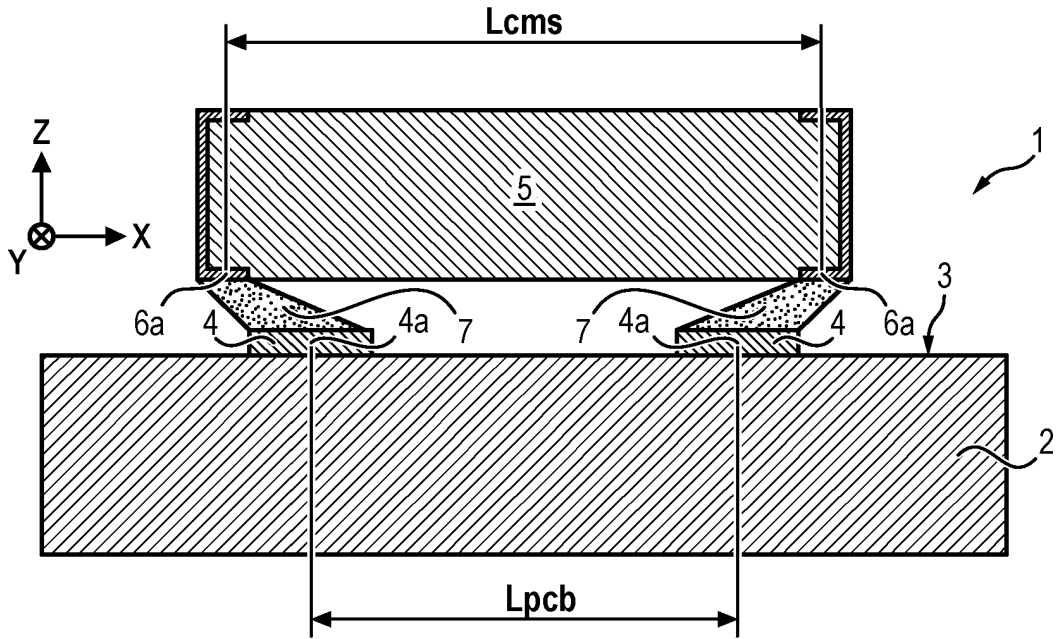


FIG. 3

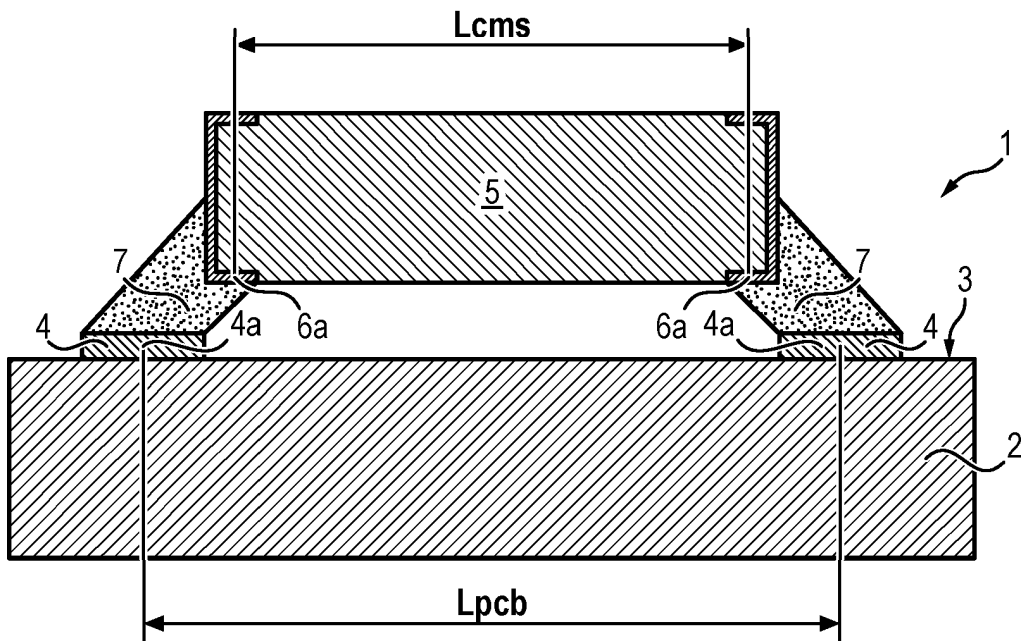


FIG. 4

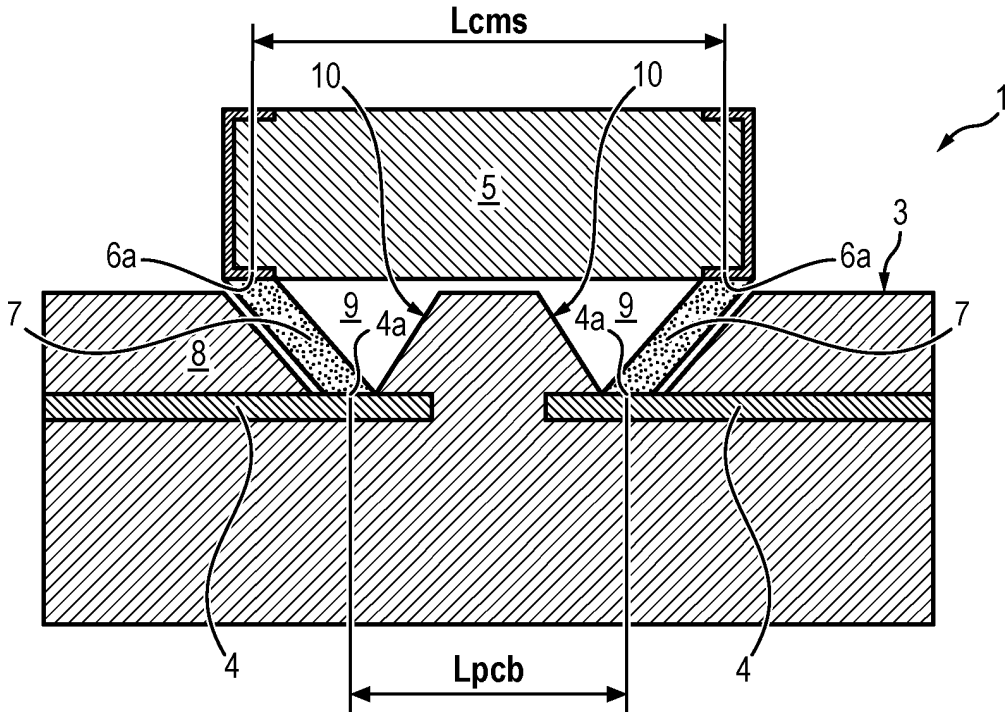


FIG. 5

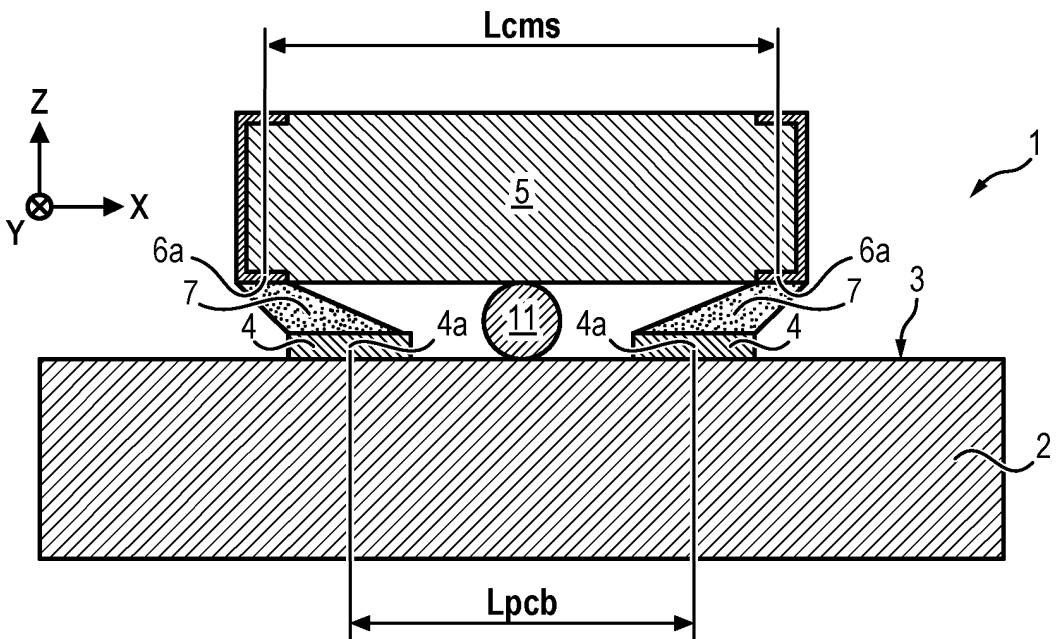


FIG. 6a

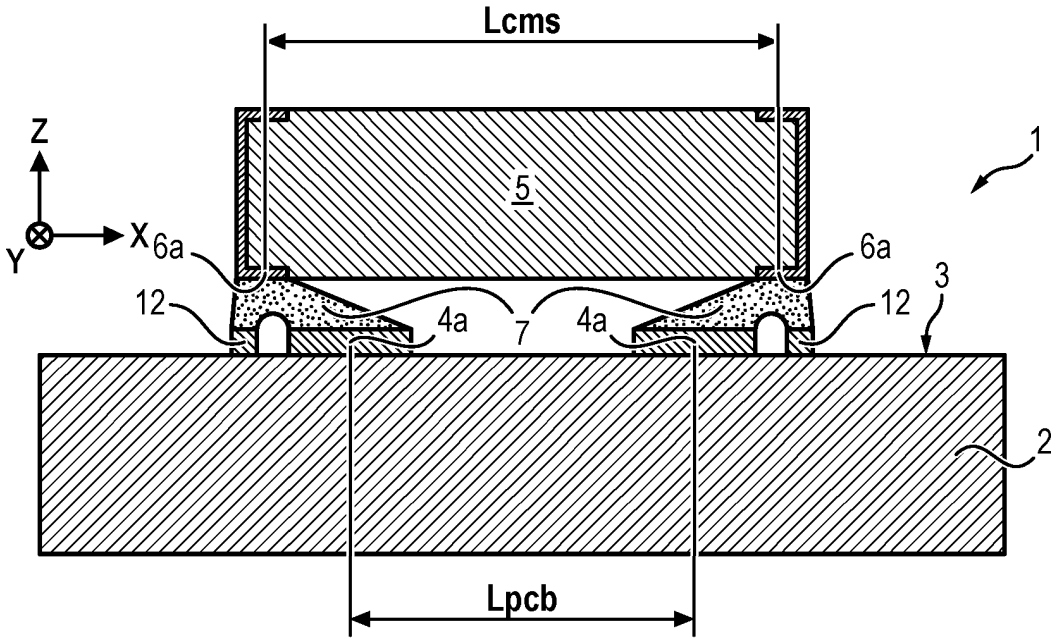


FIG. 6b

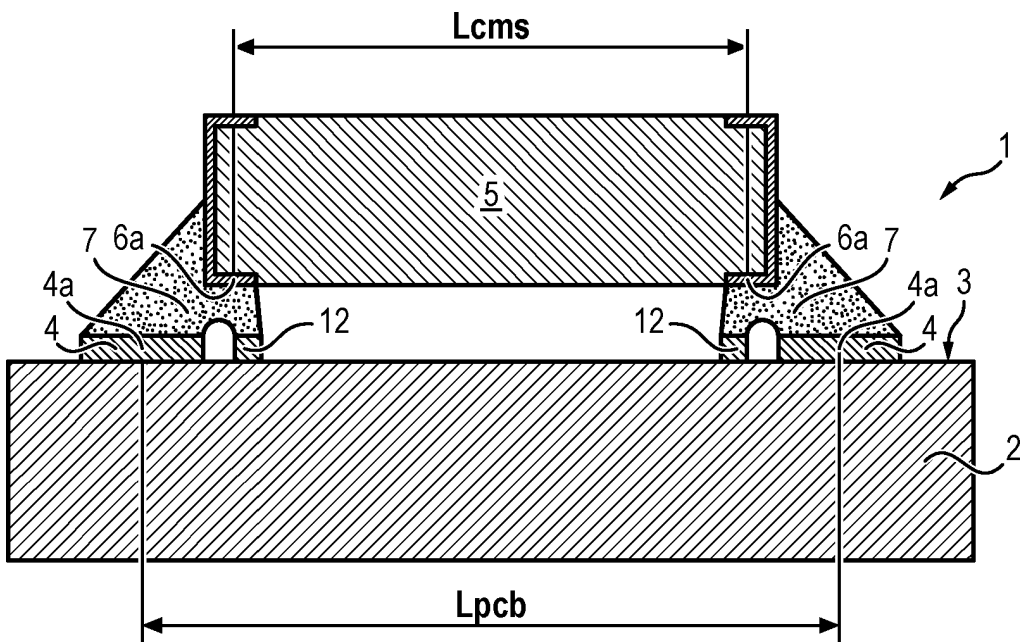


FIG. 7a

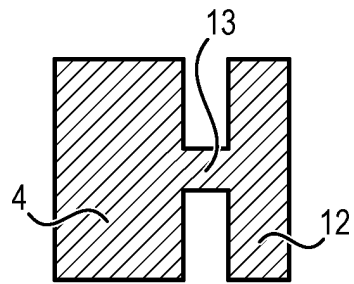
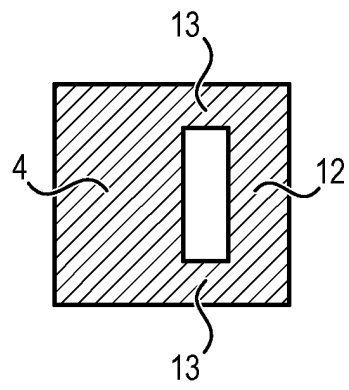


FIG. 7b



# 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 2017/150605 A1 (NAGAI TAKASHI [JP] ET AL) 25 mai 2017 (2017-05-25)

JP 2016 178150 A (SEIKO EPSON CORP) 6 octobre 2016 (2016-10-06)

US 5 684 677 A (UCHIDA TATSURO [JP] ET AL) 4 novembre 1997 (1997-11-04)

US 5 569 880 A (GALVAGNI JOHN [US] ET AL) 29 octobre 1996 (1996-10-29)

US 2017/208689 A1 (FUKUZUMI EITARO [JP] ET AL) 20 juillet 2017 (2017-07-20)

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

NEANT

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

NEANT