

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
14 mai 2020 (14.05.2020)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/094936 A1

(51) Classification internationale des brevets :

H01L 23/00 (2006.01) B23K 101/42 (2006.01)
B23K 1/00 (2006.01) B23K 103/12 (2006.01)
B23K 3/06 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2019/052448

(22) Date de dépôt international :

16 octobre 2019 (16.10.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

18/01162 06 novembre 2018 (06.11.2018) FR

(71) Déposant : MBDA FRANCE [—/FR] ; 1, avenue Réaumur, 92350 LE PLESSIS-ROBINSON (FR).

(72) Inventeurs : CADALEN, Eric ; 1, avenue Réaumur, 92358 LE PLESSIS-ROBINSON (FR). SATURNIN, Mikaël ; 1, avenue Réaumur, 92358 LE PLESSIS-ROBINSON (FR).

(74) Mandataire : GEVERS & ORES et al. ; Immeuble PALATIN 2, 3 Cours du Triangle, CS 80165, 92939 PARIS LA DÉFENSE (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,

(54) Title: METHOD FOR CONNECTION BY BRAZING ENABLING IMPROVED FATIGUE RESISTANCE OF BRAZED JOINTS

(54) Titre : PROCÉDÉ DE LIAISON PAR BRASAGE PERMETTANT D'AMÉLIORER LA TENUE EN FATIGUE DE JOINTS BRASÉS

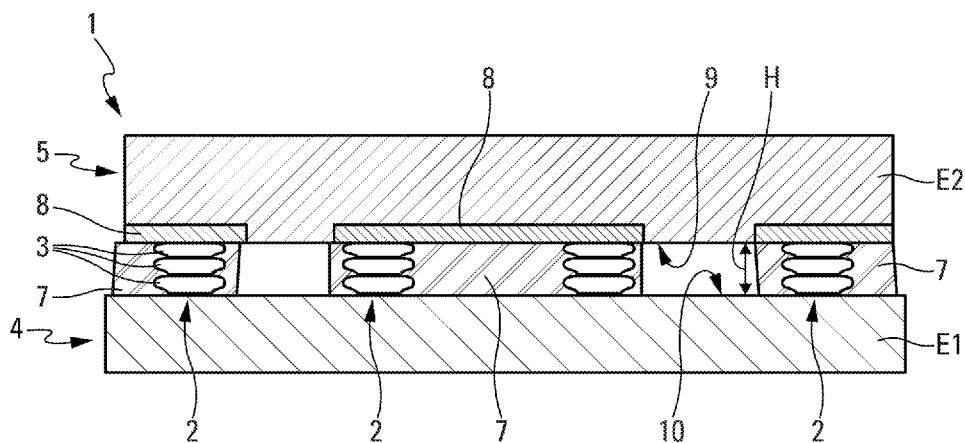


Fig. 2

(57) Abstract: The connection method between at least two elements (E1, E2) corresponding to a printed circuit (4) and to an electronic component (5), comprises a step of forming a plurality of pad-type stacks (2) of bosses (3), the stacks (2) of bosses (3) being formed on a face (10) of a first (E1) of the elements (E1, E2), the stacks (2) of bosses (3) each comprising the same given number of bosses (3), said method also comprising a step of depositing a brazing product (7) on this first element (E1) provided with stacks (2) of bosses (3), a step of arranging the second (E2) of the elements (E1, E2) on the first element (E1), and a step of remelting the assembly thus formed, in order to obtain an electronic device (1). This method makes it possible to produce a precise and flexible raising of surface mounted electronic components.

(57) Abrégé : Le procédé de liaison entre au moins deux éléments (E1, E2) correspondant à un circuit imprimé (4) et à un composant électronique (5), comprend une étape de formation d'une pluralité d'empilements (2) de bossages (3) de type plot, les empilements

[Suite sur la page suivante]

PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(2) de bossages (3) étant formés sur une face (10) d'un premier (E1) desdits éléments (E1, E2), lesdits empilements (2) de bossages (3) comprenant chacun un même nombre donné de bossages (3), ledit procédé comprenant également une étape de dépôt d'un produit de brasage (7) sur ce premier élément (E1) pourvu des empilements (2) de bossages (3), une étape d'agencement du second (E2) desdits éléments (E1, E2) sur ledit premier élément (E1), et une étape de refusion de l'ensemble ainsi formé pour obtenir un dispositif électronique (1). Ce procédé permet de réaliser une surélévation précise et flexible pour des composants électroniques montés en surface.

Procédé de liaison par brasage permettant d'améliorer la tenue en fatigue de joints brasés

DOMAINE TECHNIQUE

5

La présente invention concerne un procédé de liaison par brasage entre au moins un composant électronique et une carte électronique ou un circuit dédié.

10 **ÉTAT DE LA TECHNIQUE**

On sait que dans des domaines variés, notamment dans le domaine militaire, de plus en plus de dispositifs utilisent pour leur fabrication des composants électroniques dits « grand public », c'est-à-dire qui sont
15 accessibles au grand public et présentent généralement un coût réduit. On peut citer, à titre d'illustration, des composants (ou circuits imprimés) de type QFN (pour « Quad Flat No-leads package » en anglais), BGA (« Ball Grid Array » en anglais), ou WL CSP (pour « Wafer Level Chip Scale Package » en anglais).

20 Les applications électroniques rencontrées dans le domaine militaire, ainsi que dans les applications grand public, convergent sur quatre points importants de l'électronique, à savoir la recherche de plus de fonctionnalités, de plus de miniaturisation et de plus d'intégration, tout en réduisant les coûts.

Les boîtiers de composants électroniques à bas coûts, issus
25 d'applications grand public, sont ainsi en forte croissance et très répandus. Ils sont avantageux pour les quatre points précités, mais nécessitent une adaptation dans le domaine militaire.

Il est, en effet, nécessaire de prévoir une augmentation de la robustesse pour ces composants, qui ne tiennent pas les environnements
30 sévères susceptibles d'être rencontrés dans le domaine militaire, avec

souvent l'apparition de fissures dans les joints brasés en raison d'une fatigue thermomécanique.

Plus particulièrement, ces composants électroniques doivent être en mesure de tenir un nombre suffisant de cycles de température, entre -55°C et +125°C, équivalent à la durée de vie opérationnelle du produit dans lequel ils sont implantés, généralement de l'ordre de 25 ans.

On sait que les paramètres qui influent sur la durée de vie des composants, montés sur un substrat, comprennent notamment la hauteur de joint brasé. Avec les procédés d'assemblage usuels, de type sérigraphie, la hauteur de joint brasé, pour certains composants à bas coûts, tels que des boîtiers de type QFN, est de l'ordre de 50 µm pour un dépôt d'alliage avec un écran de sérigraphie de 150 µm. Cette valeur est le résultat d'expériences accumulées sur la technologie, mais également de compromis liés à l'hétérogénéité des composants montés en surface.

Une des améliorations communes à tous les composants est la hauteur de joint à braser. Plus précisément, si on double la hauteur de joint à braser, pour un composant donné, on multiplie par cinq le nombre de cycles qu'il est en mesure de tenir.

Par conséquent, en augmentant la hauteur des joints à braser, on augmente fortement la robustesse du composant électronique, à savoir la tenue en fatigue thermomécanique des joints brasés de composants sur un substrat.

On connaît différentes solutions usuelles pour augmenter la hauteur des joints brasés, telles que :

- la mise en place de cales ;
- le billage des entrées/sorties ;
- l'optimisation de procédés existant de sérigraphie, par exemple par une augmentation des ouvertures d'écran.

Ces solutions usuelles présentent de nombreux inconvénients. Les inconvénients de ces solutions usuelles sont notamment liés :

- à l'état actuel des procédés avec des capacités en limite de faisabilité notamment géométriques sur la chaîne de cote en hauteur ;
- à la limitation de la densité d'intégration dans les procédés actuels par le rapport limité entre la hauteur et la largeur de la sérigraphie de crème à
5 braser ;
- à des procédés manuels ou semi-automatiques de report de cales, qui peuvent être difficilement rendus automatiques ; et
- à d'importants contrôles et inspections de l'assemblage, qui sont requis.

10 EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour objet de remédier à au moins certains de ces inconvénients. Plus précisément, elle concerne un procédé de liaison par brasage entre au moins deux éléments, lesdits deux éléments correspondant
15 respectivement à un circuit imprimé et à un composant électronique, permettant d'augmenter la hauteur des joints brasés et améliorer la tenue en fatigue thermomécanique du dispositif électronique obtenu dans un environnement sévère tel que celui précité.

Selon l'invention, ledit procédé de liaison comporte au moins la suite
20 d'étapes suivante :

- a) une étape de formation d'une pluralité d'empilements de bossages de type plot (« stud bump » en anglais), lesdits empilements de bossages étant formés sur une face d'un premier desdits éléments, lesdits empilements de bossages comprenant chacun un même nombre donné de bossages ;
- 25 b) une étape de dépôt d'un produit de brasage (notamment d'un alliage de brasage) sur ce premier élément pourvu des empilements de bossages ou sur le second élément ;
- c) une étape d'agencement du second desdits éléments sur ledit premier élément ; et
- 30 d) une étape de refusion de l'ensemble ainsi formé à l'étape d'agencement pour obtenir un ensemble lié, appelé dispositif électronique dans la suite du texte.

Ainsi, grâce à l'invention, par la formation des empilements de bossages, on génère une surélévation d'un élément par rapport à l'autre, ce qui permet d'augmenter la hauteur des joints brasés, et ainsi d'accroître la robustesse et plus précisément la tenue en fatigue thermomécanique du dispositif électronique obtenu après la mise en œuvre dudit procédé.

De façon avantageuse, l'étape de formation consiste à mettre en œuvre une thermosonnie ou soudure thermosonique (« thermosonic bonding » en anglais). Une telle soudure prévoit d'associer pendant une durée déterminée des ultrasons, une force (ou pression d'appui) et une température (de l'ordre de 150°C typiquement). Elle ne nécessite pas de métal d'apport, l'apport de produit de brasage utilisé servant à réaliser les bossages. Plus précisément, l'étape de formation consiste, pour chaque empilement de bossages, à mettre en œuvre, successivement, un nombre prédéterminé de sous-étapes de formation, chacune desdits sous-étapes de formation consistant à former un bossage, les bossages de chaque empilement de bossages étant formés successivement en étant empilés les uns sur les autres. De préférence, chaque sous-étape de formation (destinée à former un bossage de type plot) comporte au moins les opérations suivantes :

- une opération de chauffage d'un fil métallique par l'intermédiaire d'une électrode ;
- une opération de dépôt d'une bille de métal formée à l'extrémité du fil métallique chauffé ;
- une opération d'écrasement et de soudure de la bille de métal ; et
- une opération de séparation du fil métallique de la bille de métal écrasée pour former le bossage.

Avantageusement :

- chaque bossage présente une hauteur comprise entre 20 μm et 30 μm pour un fil de diamètre de 25 μm typiquement. La hauteur peut être contrôlée avec une extrême précision inférieure au micromètre, reproductible et répétable grâce à des équipements automatiques ; et/ou

- chaque empilement de bossages présente une hauteur comprise entre 110 μm et 150 μm pour le gain de robustesse visé typiquement (compris entre 80 et 200 selon le nombre de cycles à rupture que le composant doit tenir) ; et/ou
- au moins certains desdits empilements de bossages sont séparés les uns des autres d'une distance comprise entre 0,05 mm et 0,1 mm, sur ledit premier élément.

En outre, de façon avantageuse, les bossages sont réalisés dans l'un des matériaux suivants : du cuivre, de l'or, de l'argent ou du platine, et de préférence en cuivre ou en argent, en particulier pour être adaptés au matériau utilisé pour la brasure.

Dans un mode de réalisation particulier, le procédé comporte une pluralité de suite d'étapes, chacune de ces suites d'étapes permettant de lier un composant électronique sur le même circuit imprimé de manière à obtenir un dispositif électronique comprenant un circuit imprimé pourvu d'une pluralité de composants électroniques.

Dans le cadre de la présente invention, ledit premier élément sur lequel sont formés les empilements de bossages peut être, soit le circuit imprimé, soit le composant électronique.

Ainsi :

- dans un premier mode de réalisation, ledit premier élément correspond au circuit imprimé, et ledit second élément correspondant au composant électronique ; et
- dans un second mode de réalisation, ledit premier élément correspond au composant électronique, et ledit second élément correspondant au circuit imprimé.

La présente invention permet donc d'améliorer la tenue en fatigue de joints brasés par modification de l'interconnexion d'un composant sur un substrat. Plus particulièrement, ledit procédé permet de réaliser une surélévation précise et flexible pour des composants électroniques montés en surface.

La présente invention concerne également un dispositif électronique (formé d'au moins un composant électronique tel qu'un circuit intégré, lié (par brasure) à un circuit imprimé) qui est obtenu par la mise en œuvre d'un procédé tel que celui décrit ci-dessus.

5

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

Les figures annexées feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables. Plus particulièrement :

10

- la figure 1 est le schéma synoptique d'un procédé de liaison selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue schématique, en coupe, d'une liaison selon l'invention entre un circuit imprimé et un composant électronique ;

15

- la figure 3 est une vue, en perspective, d'un exemple de composant électronique apte à être lié à un circuit imprimé ;

- la figure 4 est une vue schématique, en perspective, d'une pluralité d'empilements de bossages ;

20

- la figure 5 est une vue schématique d'un bossage de type plot réalisé par thermosonie ;

- la figure 6 montre un empilement de deux bossages tels que celui de la figure 5 ;

- la figure 7 montre un empilement de quatre bossages tels que celui de la figure 5 ;

25

- les figures 8A à 8E montrent schématiquement différentes opérations successives d'une sous-étape de formation d'un bossage de type plot réalisé par thermosonie ;

- la figure 9 est une vue partielle, en perspective, d'un composant électronique pourvu d'une pluralité d'empilements de bossages ;

30

- la figure 10 est une vue partielle schématique, en perspective, d'un élément pourvu d'une cavité destinée à recevoir des empilements de bossages ; et

- la figure 11 est une vue partielle schématique, en perspective, d'un élément pourvu d'un socle surélevé destiné à recevoir des empilements de bossages.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

5

Le procédé P illustrant l'invention et représenté de façon schématique sur la figure 1 est un procédé de liaison (mettant en œuvre un brasage) dans le domaine de l'assemblage électronique pour générer une liaison entre au moins deux éléments E1 et E2, comme représenté sur la figure 2.

10 Ces deux éléments E1 et E2 correspondent, l'un à un circuit imprimé 4 (ou carte électronique de type PCB (pour « Printed Circuit Board » en anglais)), et l'autre à un composant électronique 5.

Ce composant électronique 5 peut, notamment, être un circuit imprimé 6 de type QFN (pour « Quad Flat No-leads package » en anglais) comme
15 représenté à titre d'illustration sur la figure 2, de type BGA (« Ball Grid Array » en anglais), ou de type WL CSP (pour « Wafer Level Chip Scale Package » en anglais).

Selon l'invention, ledit procédé P comporte, comme représenté sur la figure 1, au moins la suite d'étapes SF suivante :

20 - une étape de formation F1 par thermosonnie, consistant à former d'une pluralité d'empilements 2 de bossages 3. Ces empilements 2 (de bossages 3) sont formés sur une face 10 d'un premier E1 desdits éléments, comme représenté sur la figure 4. Ce premier élément E1 peut être, soit le circuit imprimé 4 (comme représenté sur la figure 2), soit le composant électronique
25 5 (comme représenté sur la figure 9), en fonction du mode de réalisation envisagé. Chacun des empilements 2 comprend un même nombre N donné (et prédéterminé) de bossages 3, N étant un entier, comme représenté à titre d'illustration sur la figure 6 (où N est égal à 2) et sur la figure 7 (où N est égal à 4). Les bossages 3 sont de type plot (« stud bump » en anglais), comme
30 montré pour le bossage 3 représenté sur la figure 5 ;

- une étape de dépôt F2 consistant à déposer, de façon usuelle, un produit de brasage 7 (figure 2), conducteur électrique sous forme de pâte, notamment un alliage de brasage, sur ce premier élément E1 pourvu des empilements 2 formés à l'étape de formation F1. On peut également utiliser une colle conductrice électrique à base de résine époxy. A titre d'illustration, le dépôt peut être réalisé par sérigraphie, par dosage par seringue de crème à braser (« dispensing »), ou par jet de microgouttes de crème à braser (« jetting »). On peut également envisager une étape F1 de thermosonie sur l'élément E2 combinée avec une étape de dépôt F2 de façon usuelle sur l'élément E1 ;
- 10 - une étape d'agencement F3 consistant à agencer, de façon usuelle, l'autre élément E2 (c'est-à-dire le second E2 desdits éléments E1 et E2) sur ledit premier élément E1, en l'amenant au contact avec l'une 9 de ses faces (au niveau de plages 8) des empilements 2 agencés sur la face 10 du premier élément E1, comme montré sur la figure 2 ; et
- 15 - au moins une étape de refusion F4 consistant à réaliser, de façon usuelle, une refusion de l'ensemble ainsi formé (à l'étape d'agencement F3) pour finalement obtenir un ensemble électronique appelé ci-après dispositif électronique 1 (figure 2). Cette refusion est réalisée à une température limitée, de l'ordre de 240° C.

20 Ainsi, grâce au procédé P, on génère à l'étape de formation F1 une surélévation par la mise en place d'empilements 2 de bossages 3 de type plot, ce qui permet d'augmenter la hauteur des joints brasés du premier élément E1 par rapport au second élément E2, permettant ainsi d'augmenter la robustesse et plus précisément la tenue en fatigue thermomécanique du

25 dispositif électronique 1 obtenu après la mise en œuvre dudit procédé P.

Ce procédé P permet d'améliorer la tenue en environnement sévère (tel que précité) pour des composants « grand public ». Plus particulièrement, le dispositif électronique 1 ainsi formé est en mesure de tenir un nombre de cycles de température, entre -55°C et +125°C, sur une durée de l'ordre de 25

30 ans, comme requis dans le domaine militaire.

L'étape de formation F1 consiste, pour chaque empilement 2 de bossages 3, à mettre en œuvre, successivement, un nombre prédéterminé N de sous-étapes de formation F1i, i variant de 1 à N.

Chacune desdites sous-étapes de formation F11, F12, ..., à F1N successives (figure 1) consiste à former un unique bossage 3, par exemple tel que celui représenté sur la figure 5. Les bossages 3 de chaque empilement 2 sont formés, successivement, l'un après l'autre en étant empilés les uns sur les autres.

A titre d'illustration, sur la figure 6, on a représenté un empilement 2 de deux bossages 3, et sur la figure 7, on a représenté un empilement 2 de quatre bossages 3.

Pour ce faire, dans un mode de réalisation préféré, chaque étape de formation F1i par thermosonnie met en œuvre, comme représenté sur les figures 8A à 8E, les opérations suivantes, à l'aide d'un outil 13 comprenant un corps capillaire 14 et un élément de préhension 15 tel qu'une pince :

- une opération de chauffage O1 consistant à chauffer un fil métallique 16 maintenu dans l'outil 13, par l'intermédiaire d'une électrode 17, comme représenté sur la figure 8A de manière à former une bille (ou boule) de métal 18. Le fil 16 est réalisé dans le métal que l'on souhaite utiliser pour le bossage à former ;

- une opération de dépôt O2 consistant à déposer la bille de métal 18 formée à l'extrémité du fil métallique 16 chauffé, sur la face 10 de l'élément E1 lorsqu'il s'agit du premier bossage de l'empilement, comme représenté sur les figures 8B (dans laquelle l'élément de préhension 15 libère le fil métallique 16 qui remonte) et 8C (qui illustre le dépôt), ou sur un autre bossage déjà formé sur cette face 10. L'élément E1 est soumis à un échauffement illustré par des flèches A. Sur la figure 6, on a représenté, à titre d'illustration, la formation d'un bossage 3 sur un autre bossage 3 déjà formé, avec un dépôt dans le sens illustré par une flèche G. On peut également prévoir un apport d'énergie par ultrasons ;

- une opération d'écrasement et de soudure O3 consistant à générer une force (illustrée par des flèches B sur la figure 8D), une température de 150°C typiquement ainsi que des ultrasons sur la bille de métal 18, à l'aide d'une partie de l'outil 13 de préférence en céramique, de manière à l'aplatir
5 légèrement comme montré sur la figure 8D ; et
- une opération de séparation O4 consistant à séparer le fil métallique 16 de la bille de métal 18 écrasée et retirer l'outil 13 (dans le sens illustré par une flèche C sur la figure 8E, avec un maintien du fil métallique 16 par l'élément de préhension 15) de manière à former le bossage 3. La rupture du fil
10 métallique 16 pour former le bossage 3 a lieu à une zone affectée thermiquement.

Dans le cadre de la présente invention :

- chaque bossage 3 présente, de préférence, une hauteur h (représentée sur la figure 5) qui est comprise entre 20 μm et 30 μm ;
- 15 - on peut prévoir un nombre N très varié de bossages 3 par empilement 2, par exemple de 2 à 30 bossages par empilement et de préférence de 3 à 6 bossages par empilement.

Ainsi, à titre d'illustration, chaque empilement 2 de bossages 3 présente, de préférence, une hauteur H (représentée sur les figures 2 et 7) qui
20 est comprise entre 110 μm et 150 μm .

De plus, avec le procédé P précité, il est possible d'approcher, à courte distance, les empilements 2 les uns des autres, si cela est nécessaire ou souhaité à l'étape de formation F1. A titre d'exemple, il est envisageable qu'au moins certains des empilements 2 de bossages sont séparés les uns
25 des autres, sur ledit premier élément E1, d'une distance D (représentée sur la figure 4) qui est comprise entre 0,05 mm et 0,1 mm. Ces caractéristiques peuvent être adaptées selon la matrice du composant ainsi que le nombre de cycles à rupture que le composant doit tenir.

Dans un mode de réalisation particulier, les bossages 3 sont réalisés
30 dans l'un des matériaux suivants : du cuivre, de l'or, de l'argent ou du platine. De préférence, toutefois lesdits bossages 3 sont réalisés en cuivre ou en

argent de manière à permettre une meilleure cohésion avec le produit de brasage 7 et évite la dissolution (dans le cas de l'or) du bossage par la brasure.

Le procédé P et notamment l'étape de formation F1 peuvent être
5 intégrés dans des méthodes standard de liaison par brasage. Ainsi, notamment l'étape de dépôt F2 peut être mise en œuvre de façon usuelle.

Par conséquent, le procédé P, tel que décrit ci-dessus :

- est flexible et adaptable ;
- n'est pas limité par le pas (ou distance) des entrées/sorties (distance D entre
10 les entrées/sorties) ;
- peut être mis en œuvre avec un contrôle précis et large de la plage de variation de hauteur, avec par exemple 2 à 30 niveaux de bossages 3 empilés (par empilement 2 de bossages) ; et
- permet de limiter les contraintes d'origine thermique pour les éléments E1 et
15 E2 lors des phases d'assemblage. Les contraintes thermiques subies pendant la mise en œuvre du procédé sont limitées, avec au maximum une température de l'ordre de 150°C lors de l'étape F1 de thermosonion.

Dans un mode de réalisation particulier (non représenté), le procédé P comporte une pluralité de suites d'étapes SF. Chacune de ces suites
20 d'étapes SF est destinée à lier, à chaque fois, un autre composant électronique sur le même circuit imprimé. Ceci permet d'obtenir un dispositif électronique comprenant un unique circuit imprimé pourvu d'une pluralité de composants électroniques.

Par ailleurs, grâce au mode de réalisation du procédé P, les bossages
25 3 (et donc l'élément E2) peuvent donc être agencés sur un élément E1 dont la face 10 présente une forme sensiblement plane, comme représenté sur la figure 9. De plus, le procédé P tel que décrit ci-dessus permet également de former, de façon avantageuse, des empilements 2 de bossages 3 sur un élément E1 dont la face 10 n'est pas plane, en particulier au niveau d'une
30 cavité 19 de cet élément E1 comme représenté sur la figure 10 ou au niveau d'un socle 20 surélevé de cet élément E1 comme représenté sur la figure 11.

Pour des raisons de simplification des dessins, on a représenté un seul de la pluralité d'empilements 2 de bossages 3 sur les figures 10 et 11. Dans ces situations des figures 10 et 11, l'élément E2 est donc agencé dans la cavité 19 ou sur le socle 20.

5 Comme indiqué ci-dessus, dans le cadre de la présente invention, ledit premier élément E1 sur lequel sont formés les empilements 2 de bossages 3 peut être, soit le circuit imprimé 4, soit le composant électronique 5.

Ainsi :

- 10 - dans un premier mode de réalisation, comme représenté sur la figure 2, ledit premier élément E1 correspond au circuit imprimé 4, et ledit second élément E2 correspondant au composant électronique 5 ; et
- dans un second mode de réalisation, ledit premier élément E1 correspond au composant électronique 5 (figure 9), et ledit second élément E2
- 15 correspondant au circuit imprimé.

 Avec le procédé P, il existe une grande liberté et donc une grande flexibilité concernant le nombre et l'emplacement des empilements sur l'élément E1. En particulier, comme représenté à titre d'illustration sur la figure 9, lorsque l'élément E1 est un composant électronique 5, les empilements 2

20 peuvent notamment être formés sur la partie centrale 11 de la face 10 du composant électronique 5 et/ou sur la périphérie 12 de cette face 10.

 L'empilement 2 de bossages 3 sur un élément E1, par exemple sur un composant électronique 5 tel qu'un circuit intégré, permet donc de le surélever et d'obtenir un maximum de brasure sous cet élément E1. Cet empilement 2

25 augmente ainsi la hauteur de joint brasé (obtenu aux étapes F3 et F4 à l'aide du produit de brasage 7) et améliore la tenue en fatigue thermomécanique du dispositif électronique 1.

 Ainsi, grâce à l'invention, on obtient, un procédé P qui est :

- flexible :
- 30 • en hauteur, en choisissant une hauteur H appropriée par empilement 2 ;

- en positionnement sur l'élément E1, avec par exemple une formation d'empilements 2 sur des plages de dissipation thermique ou sur des entrées/sorties de l'élément E1 ;

- en nombre d'empilements 2. A titre d'illustration, on peut prévoir
5 plusieurs milliers d'empilements 2 par élément E1, notamment par composant électronique 5 ; et

- adaptable. Ce procédé P peut être intégré dans les méthodes standard de liaison par brasage, et il est adaptable en fonction des applications liées au composant électronique et au circuit imprimé.

10 Ce procédé P peut être mis en œuvre par l'intermédiaire d'un équipement automatique et de méthodes standard existant dans le domaine de l'électronique grand public.

De plus, il existe une possibilité de formation isostatique de trois empilements de bossages ou hyperstatique d'un nombre important
15 d'empilements de bossages.

En outre, ledit procédé P n'a pas d'impact sur les réparations, et il est adaptable à tout type de répartition (ou de design) des empilements.

Par ailleurs, le procédé P est notamment applicable à des composants électroniques présentant :

- 20 - des terminaisons sur le bord du composant (« Bottom Terminations Components » en anglais), par exemple de type QFN, DFN, ou LCC ;
- des terminaisons par billes en matrices, par exemple de type BGA ou « flip chip » ;
- des terminaisons par plages sous le composant, par exemple de type LGA.

25 Le procédé P tel que décrit ci-dessus, qui est donc basé sur la formation d'empilements 2 de bossages 3, présente, notamment, les caractéristiques et avantages suivants :

- une précision microélectronique adaptable aux besoins existant et futurs (distance (ou pas) D de 0,05 mm par exemple) ;
- 30 - une température à laquelle est soumis notamment le composant électronique, qui est réduite, de l'ordre de 150°C lors de la thermosonion ;

- une répétabilité de la géométrie en automatisant le procédé ;
 - un procédé auto-contrôlable ;
 - une flexibilité ;
 - un coût maîtrisé ; et
- 5 - une augmentation de la densité d'intégration.

 Ce procédé est donc principalement adapté pour améliorer la tenue en fatigue des joints brasés. Toutefois, en raison de l'extrême précision, ce procédé peut également remplir des fonctions secondaires d'alignement spécifiques (alignement de fonctions optiques, alignement de fonctions dans

10 trois axes,).

REVENDICATIONS

1. Procédé de liaison par brasage entre au moins deux éléments (E1, E2), lesdits deux éléments (E1, E2) correspondant respectivement à un circuit imprimé (4) et à un composant électronique (5),
5 caractérisé en ce qu'il comporte au moins la suite d'étapes (SF) suivante :
- a) une étape (F1) de formation d'une pluralité d'empilements (2) de bossages (3) de type plot, lesdits empilements (2) de bossages (3) étant formés sur une face (10) d'un premier (E1) desdits éléments (E1, E2), lesdits empilements (2)
10 de bossages (3) comprenant chacun un même nombre donné de bossages (3) ;
 - b) une étape (F2) de dépôt d'un produit de brasage (7) sur ce premier élément (E1) pourvu des empilements (2) de bossages (3) ou sur le second élément (E2) ;
 - 15 c) une étape (F3) d'agencement du second (E2) desdits éléments (E1, E2) sur ledit premier élément (E1) ; et
 - d) une étape (F4) de refusion de l'ensemble ainsi formé à l'étape (F3) d'agencement pour obtenir un dispositif électronique (1).

2. Procédé selon la revendication 1,
20 caractérisé en ce que l'étape (F1) de formation consiste, pour chaque empilement (2) de bossages (3), à mettre en œuvre, successivement, un nombre prédéterminé de sous-étapes de formation (F1i), chacune desdits sous-étapes de formation (F1i) consistant à former un bossage (3), les bossages (3) de chaque empilement (2) de bossages (3) étant formés
25 successivement en étant empilés les uns sur les autres.

3. Procédé selon la revendication 2,
caractérisé en ce que chaque sous-étape de formation (F1i) comporte au moins les opérations suivantes :
- une opération (O1) de chauffage d'un fil métallique (16) par l'intermédiaire
30 d'une électrode (17) ;

- une opération (O2) de dépôt d'une bille de métal (18) formée à l'extrémité du fil métallique (16) chauffé ;
- une opération (O3) d'écrasement et de soudure de la bille de métal (18) ; et
- une opération (O4) de séparation du fil métallique (16) de la bille de métal (18) écrasée, pour former le bossage (3).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque bossage (3) présente une hauteur (h) comprise entre 20 μm et 30 μm .

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque empilement (2) de bossages (3) présente une hauteur (H) comprise entre 110 μm et 150 μm .

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins certains desdits empilements (2) de bossages (3) sont séparés les uns des autres d'une distance (D) comprise entre 0,05 mm et 0,1 mm sur ledit premier élément (E1).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les bossages (3) sont réalisés dans l'un des matériaux suivants : de l'or, du cuivre, de l'argent, du platine.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de suites d'étapes (SF), chacune de ces suites d'étapes (SF) permettant de lier un composant électronique sur le même circuit imprimé de manière à obtenir un dispositif électronique comprenant un seul circuit imprimé pourvu d'une pluralité de composants électroniques.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit premier élément (E1) correspond au circuit imprimé (4), et ledit second élément (E2) correspondant au composant électronique (5).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisé en ce que ledit premier élément (E1) correspond au composant électronique (5), et ledit second élément (E2) correspondant au circuit imprimé (4).

11. Dispositif électronique,

- 5 caractérisé en ce qu'il est obtenu par la mise en œuvre du procédé (P) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

1/4

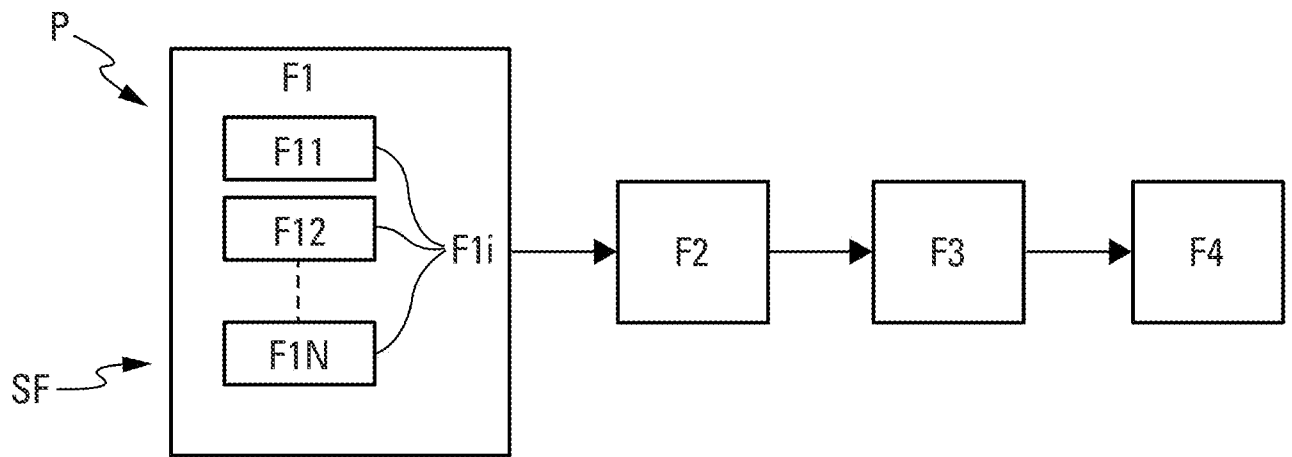


Fig. 1

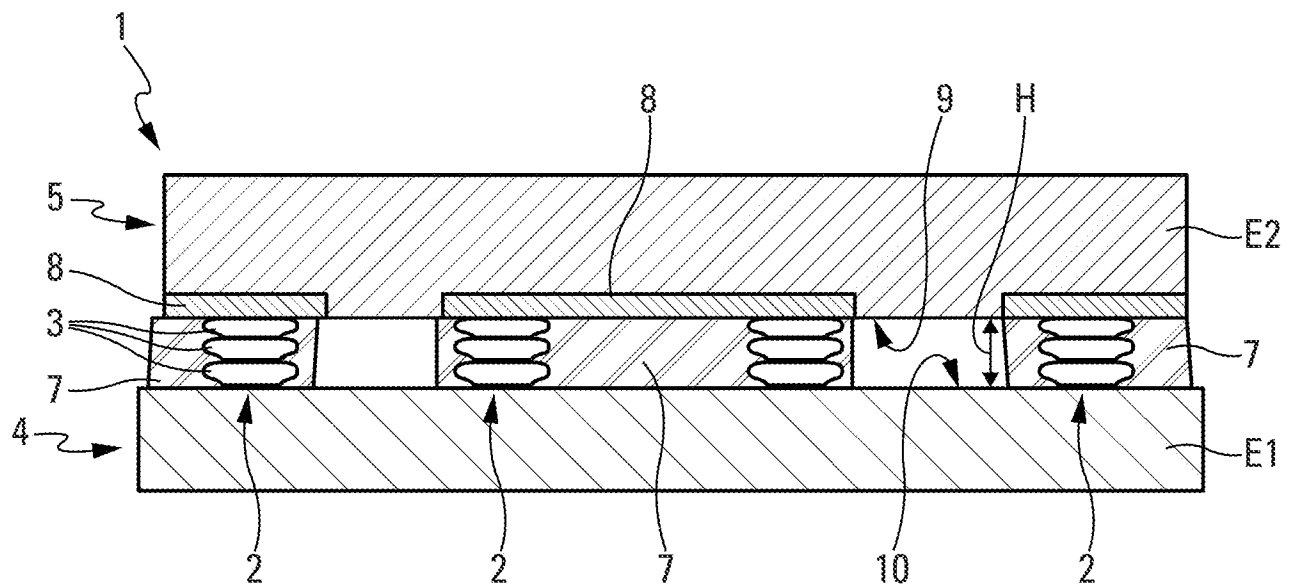


Fig. 2

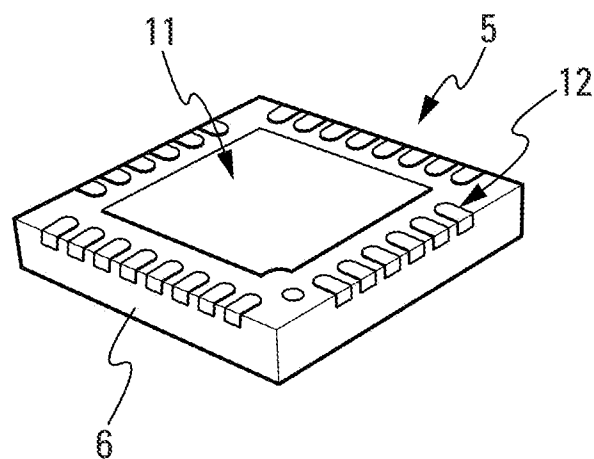
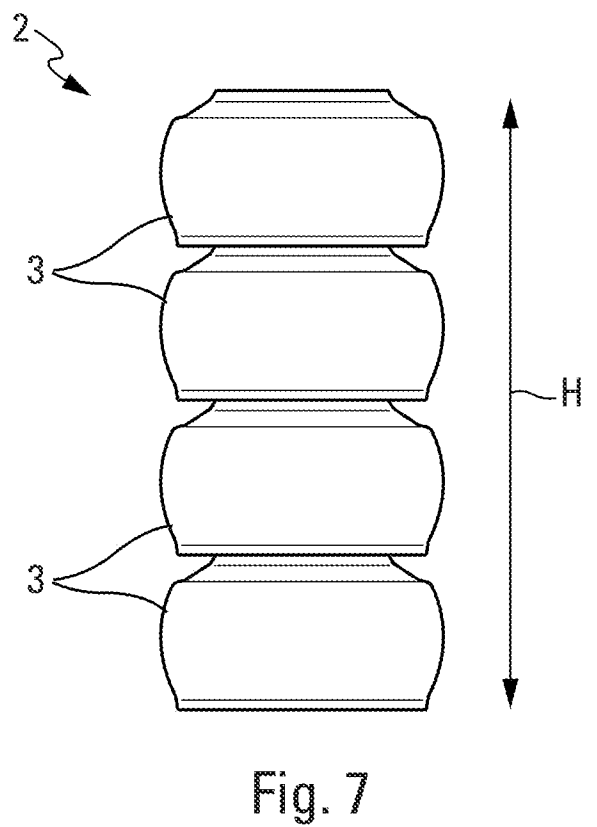
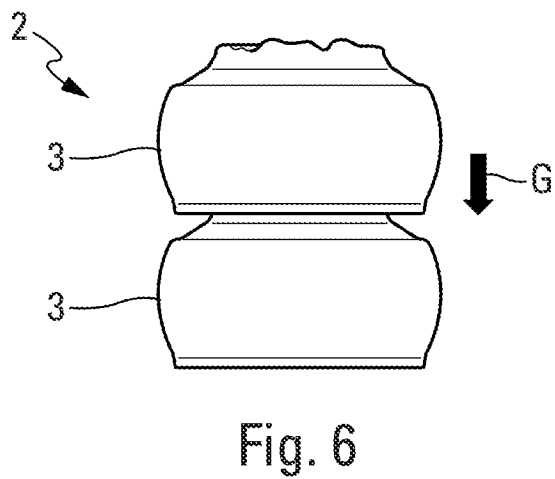
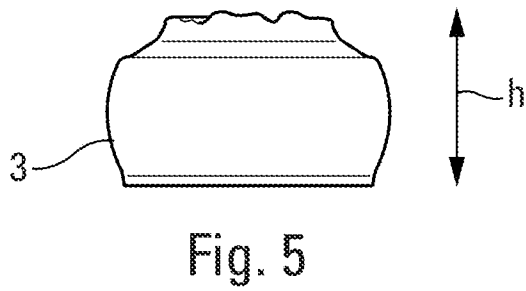
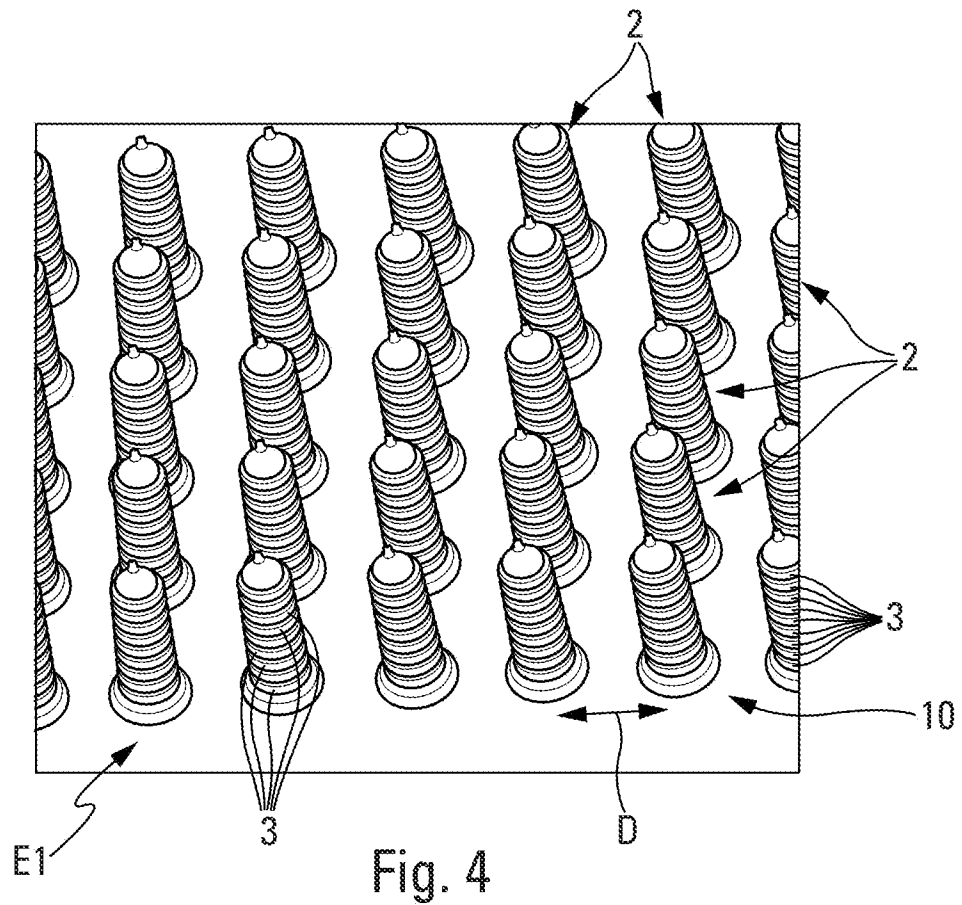


Fig. 3

2/4



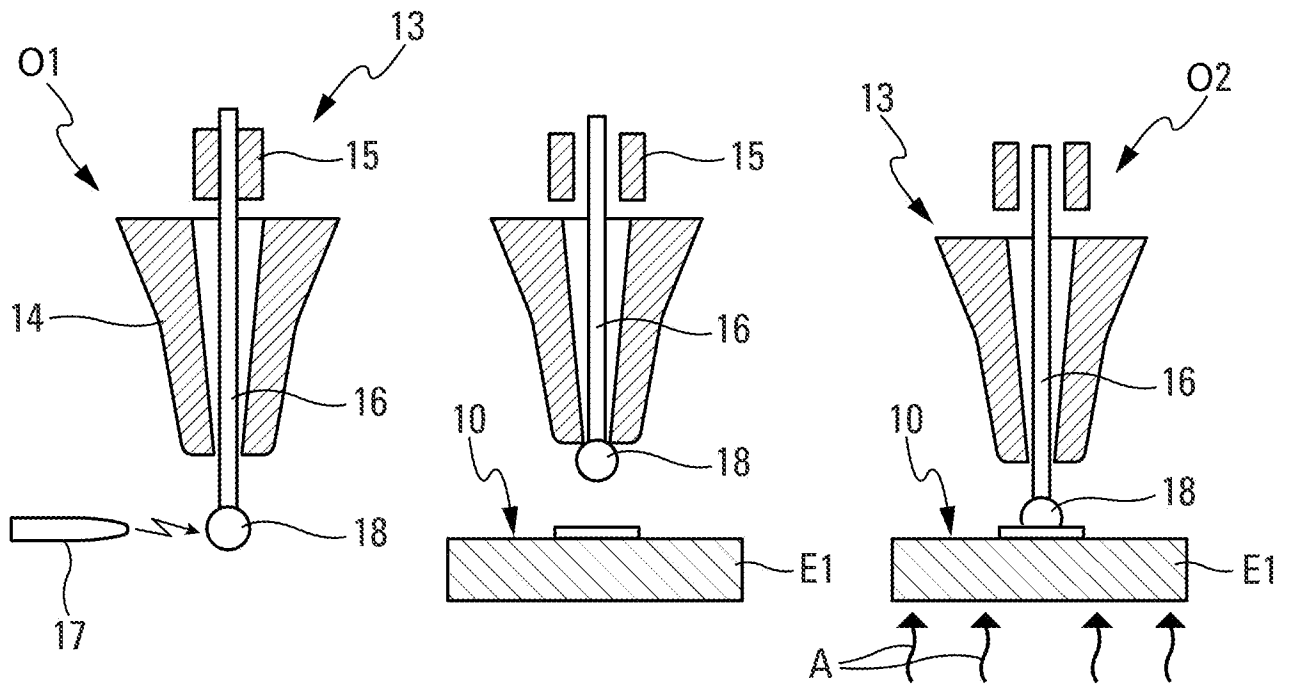


Fig. 8A

Fig. 8B

Fig. 8C

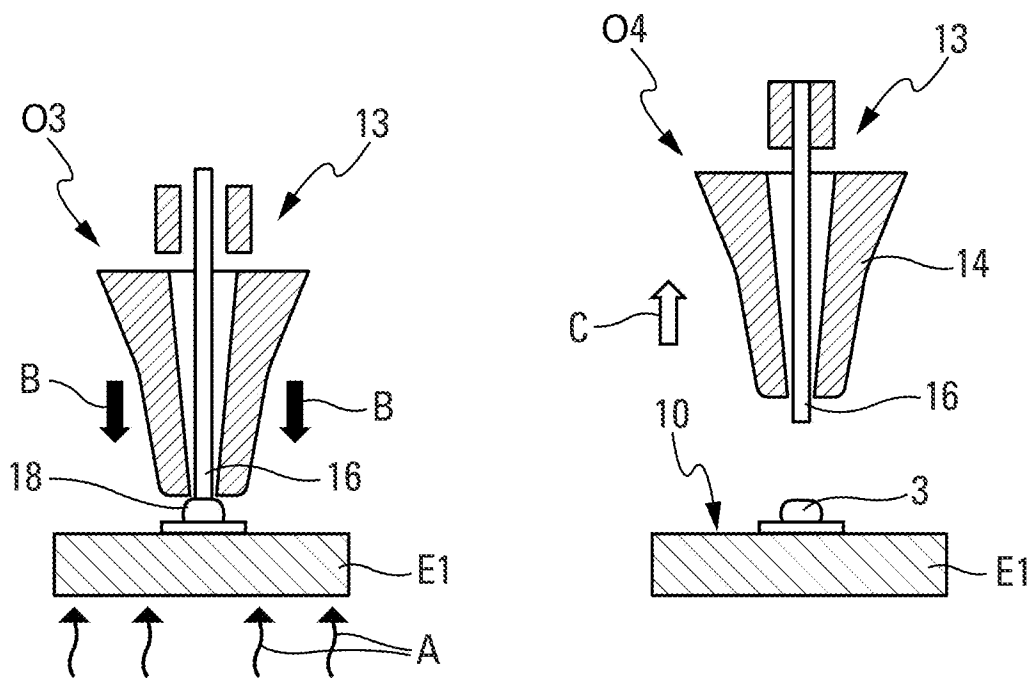
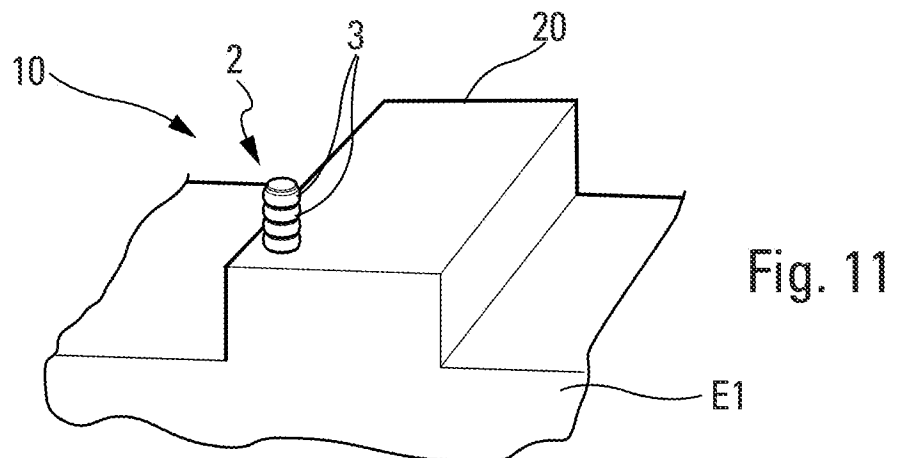
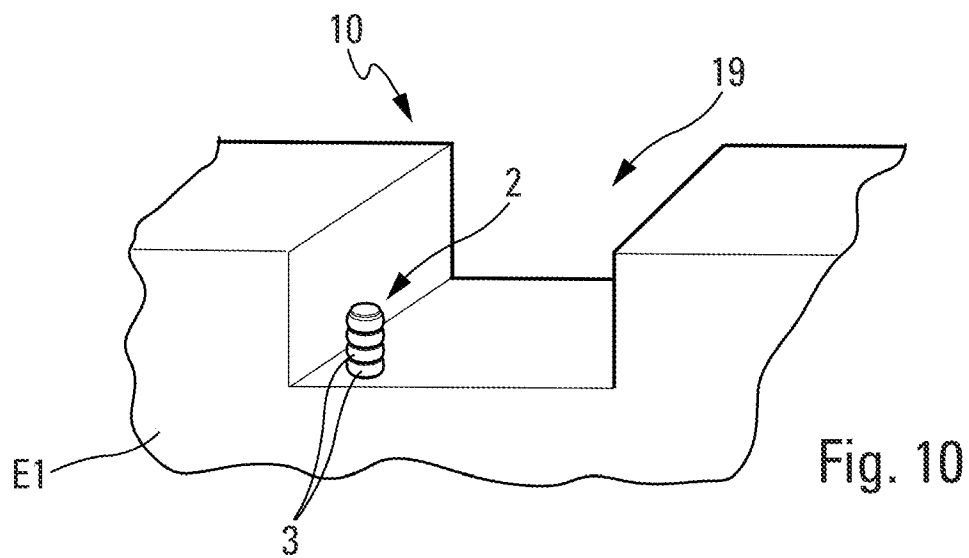
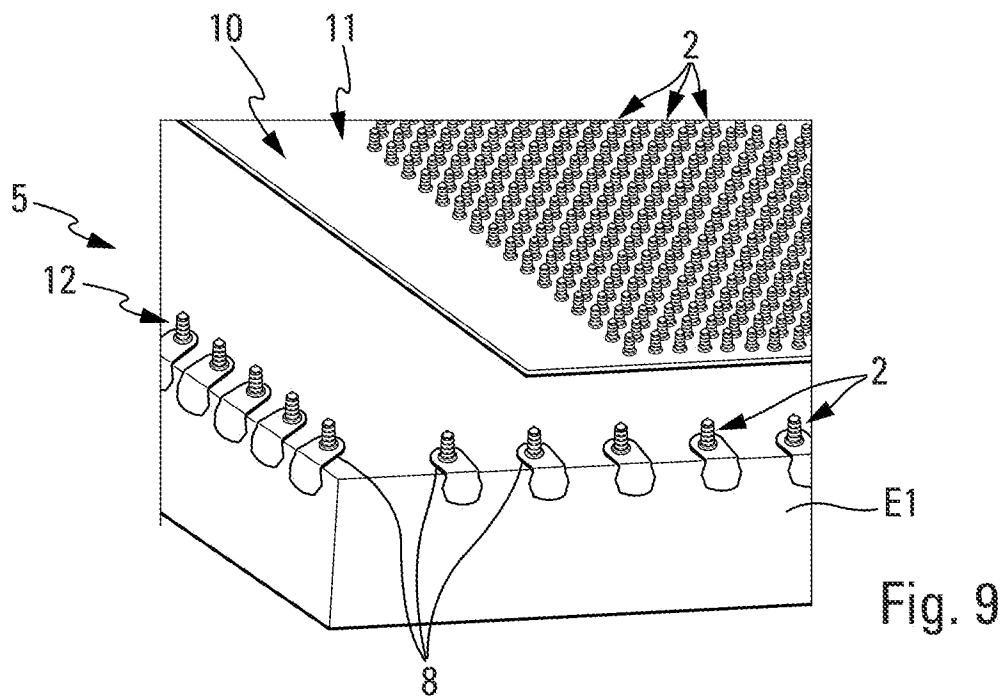


Fig. 8D

Fig. 8E

4/4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/052448**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 23/00**(2006.01)i; **B23K 1/00**(2006.01)i; **B23K 3/06**(2006.01)i; **B23K 101/42**(2006.01)n; **B23K 103/12**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L; B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JONG-KAI LIN. "LOW THERMO-MECHANICAL STRESS FLIP CHIP BUMPS" <i>MOTOROLA TECHNICAL DEVELOPMENTS, MOTOROLA INC. SCHAUMBURG, ILLINOIS, US</i> , Vol. 18, 01 March 1993 (1993-03-01), pages 76-77 ISSN: 0887-5286, XP000349565 page 77	1-11
X	US 5906312 A (ZAKEL ELKE [DE] ET AL) 25 May 1999 (1999-05-25) column 3, line 5 - line 20 claims 1,2	1-11
X	EP 2180505 A2 (CARSEM M SDN BHD [MY]) 28 April 2010 (2010-04-28) paragraph [0039] figure 8	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 January 2020

Date of mailing of the international search report

06 February 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Perret, William

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/052448

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	5906312	A	25 May 1999	DE	4442960	C1	21 December 1995
				JP	H10511226	A	27 October 1998
				KR	970707584	A	01 December 1997
				US	5906312	A	25 May 1999
				WO	9617382	A1	06 June 1996
EP	2180505	A2	28 April 2010	CN	101728287	A	09 June 2010
				EP	2180505	A2	28 April 2010
				MY	149251	A	31 July 2013
				US	2010102444	A1	29 April 2010
				US	2012043655	A1	23 February 2012

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052448

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01L23/00 B23K1/00 B23K3/06 ADD. B23K101/42 B23K103/12		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01L B23K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	JONG-KAI LIN: "LOW THERMO-MECHANICAL STRESS FLIP CHIP BUMPS", MOTOROLA TECHNICAL DEVELOPMENTS, MOTOROLA INC. SCHAUMBURG, ILLINOIS, US, vol. 18, 1 mars 1993 (1993-03-01), pages 76-77, XP000349565, ISSN: 0887-5286 page 77	1-11
X	----- US 5 906 312 A (ZAKEL ELKE [DE] ET AL) 25 mai 1999 (1999-05-25) colonne 3, ligne 5 - ligne 20 revendications 1,2	1-11
X	----- EP 2 180 505 A2 (CARSEM M SDN BHD [MY]) 28 avril 2010 (2010-04-28) alinéa [0039] figure 8 -----	1-11
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 24 janvier 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 06/02/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Perret, William

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052448

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5906312	A	25-05-1999	DE 4442960 C1	21-12-1995
			JP H10511226 A	27-10-1998
			KR 970707584 A	01-12-1997
			US 5906312 A	25-05-1999
			WO 9617382 A1	06-06-1996

EP 2180505	A2	28-04-2010	CN 101728287 A	09-06-2010
			EP 2180505 A2	28-04-2010
			MY 149251 A	31-07-2013
			US 2010102444 A1	29-04-2010
			US 2012043655 A1	23-02-2012
