

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/111067 A1

(43) Date de la publication internationale
10 juin 2021 (10.06.2021)

(51) Classification internationale des brevets :
B81C 1/00 (2006.01) *H01L 23/00* (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)

[FR/FR] ; Bât le Ponant, 25 rue Leblanc, 75015 PARIS (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2020/052218

(72) Inventeurs : **FRANIATTE, Rémi** ; CEA GRENOBLE, 17 rue des Martyrs, 38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR). **CHARBONNIER, Jean** ; CEA GRENOBLE, 17 rue des Martyrs, 38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR). **DAVID, Nadin** ; CEA GRENOBLE, 17 rue des Martyrs, 38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR).

(22) Date de dépôt international :
30 novembre 2020 (30.11.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataire : **AHNER, Philippe** ; BREVALEX, 95, rue d'Amsterdam, 75378 Paris Cedex 08 (FR).

(26) Langue de publication : français

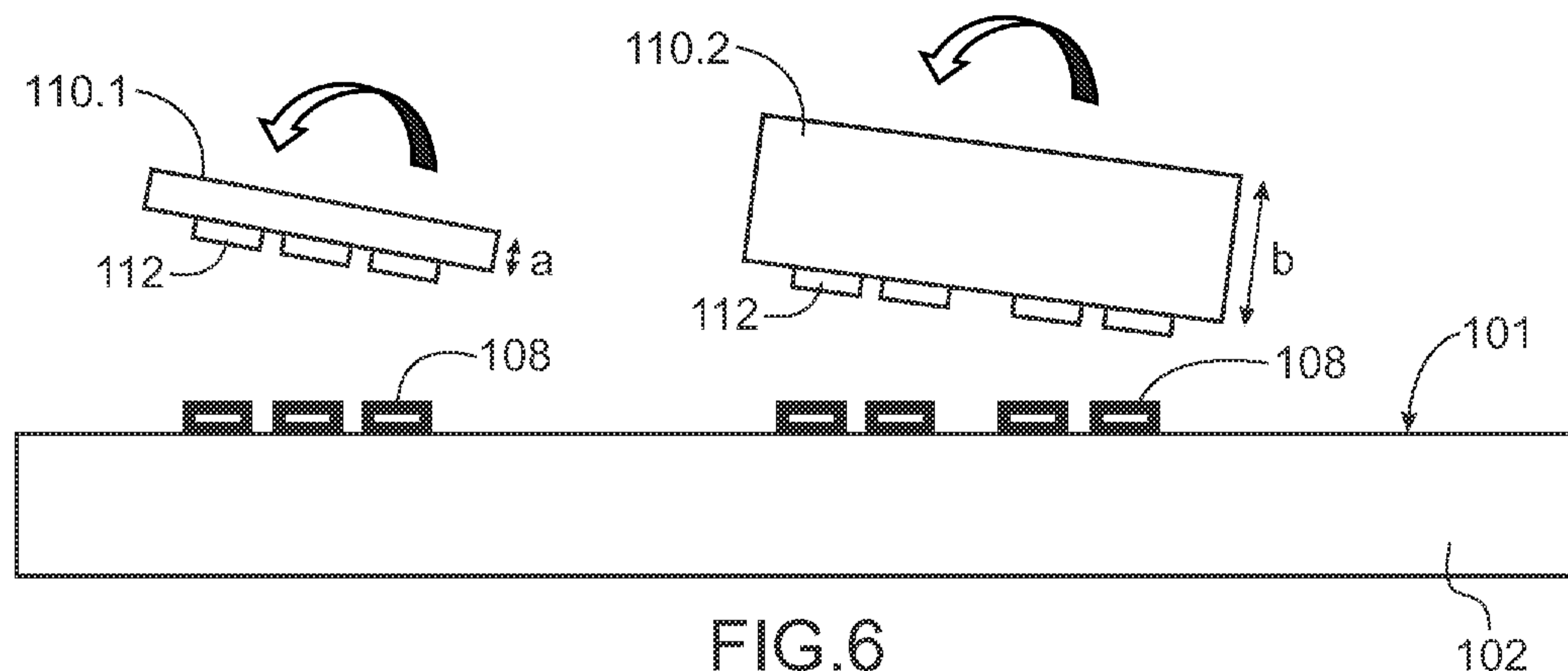
(30) Données relatives à la priorité :
FR1913629 02 décembre 2019 (02.12.2019) FR

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,

(71) Déposant : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES**

(54) Title: METHOD FOR THE LOCALIZED DEPOSITION OF A MATERIAL ON A METAL ELEMENT

(54) Titre : PROCEDE DE DEPOT LOCALISE D'UN MATERIAU SUR UN ELEMENT METALLIQUE



(57) Abstract: Method for the localized deposition of a material on an element (110), comprising: - the depositing of a portion (108) of the material on part of a surface (101) of a support (102); - the positioning of a part (112) of the element against the portion of the material; - the annealing of the portion of material, which increases the force of adhesion of the material to the part of the element at the end of the treatment, the materials of the part of the element and of the part of the surface of the support being chosen to be such that the adhesion of the material to the part of the element is, at the end of the annealing operation, greater than that of the material to the part of the surface of the support; - the separating of the element and the support at the interface between the material and the part of the surface of the support, the material remaining attached to the part of the element.

(57) Abrégé : Procédé de dépôt localisé d'un matériau sur un élément (110), comprenant : - dépôt d'une portion (108) du matériau sur une partie d'une surface (101) d'un support (102); - positionnement d'une partie (112) de l'élément contre la portion du matériau; - recuit de la portion de matériau augmentant, à la fin du traitement, la force d'adhérence du matériau contre la partie de l'élément, les matériaux de la partie de l'élément et de la partie de la surface du support étant choisis tels que l'adhérence du matériau contre la partie de l'élément

[Suite sur la page suivante]

WO 2021/111067 A1

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

PROCEDE DE DEPOT LOCALISE D'UN MATERIAU SUR UN ELEMENT METALLIQUE

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

5 Ce document concerne un procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément, appliqué notamment pour :

- la réalisation d'interconnexions électriques et/ou mécaniques, par exemple des métallisations de type billes ou microbilles fusibles, ou billes ou microbilles de brasure, sur au moins une puce électronique,

10 - la réalisation d'au moins un cordon de scellement sur au moins une couche de protection ou un capot destiné à fermer au moins une cavité dans laquelle se trouve par exemple au moins un composant de type MEMS (« MicroElectroMechanical System », ou microsystème électro-mécanique),

15 - la réalisation d'au moins une couche de fonctionnalisation pour au moins un capteur ou un dispositif de test utilisé dans le domaine de la biologie et/ou de la chimie.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Les puces électroniques, telles que les ASIC ou « Application-Specific Integrated Circuit », les puces mémoires, etc., commercialisées sont généralement destinées à être connectées par câblage filaire, ou « wire-bonding », et ne sont pas
20 pourvues de métallisations de type billes fusibles, ou « solder bumps », sur leurs plots de connexion. De par leurs faibles dimensions latérales (généralement de quelques millimètres) et/ou leur faible épaisseur (généralement quelques dizaines de microns), il est très difficile de fabriquer, sur chaque puce électronique prise individuellement, des
25 métallisations de type billes fusibles. De telles métallisations permettent de solidariser la puce électronique par « flip-chip », ou retournement, sur un élément d'interposition, ou « interposer », ou un substrat auquel la puce électronique est destinée à être couplée mécaniquement et/ou électriquement.

Pour former des métallisations de type billes fusibles sur une puce électronique, celles-ci sont généralement réalisées collectivement pour plusieurs puces électroniques simultanément, à l'échelle d'un wafer ou substrat comportant les puces électroniques. La sérigraphie est la technique la plus couramment utilisée pour réaliser des billes fusibles, car il s'agit de la technique la moins coûteuse pour traiter les puces à l'échelle du wafer.

Un exemple de procédé de réalisation collective de métallisations de type billes fusibles par sérigraphie est décrit ci-dessous en lien avec les figures 1 à 4.

Comme représenté sur la figure 1, de la pâte à braser 10 comportant du matériau fusible, ou matériau métallique de brasure, est étalée sur un substrat 12 dans lequel ou sur lequel les puces ont été réalisées au préalable, du côté où les billes fusibles sont destinées à être réalisées. La pâte à braser 10 est étalée par exemple par une racle 11 à travers un écran de sérigraphie 14 ou masque de sérigraphie. Des ouvertures formées à travers l'écran de sérigraphie 14 définissent des emplacements du substrat 12 sur lesquels la pâte à braser 10 est déposée sous la forme de petites portions 15 espacées les unes des autres.

L'écran de sérigraphie 14 est ensuite retiré puis un recuit est mis en œuvre à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau fusible afin que les portions 15 passent à l'état liquide puis forment, à l'issue de ce recuit et après le retour à l'état solide du matériau fusible, des billes 16 de matériau fusible (figure 2).

Une découpe du substrat 12 est ensuite mise en œuvre afin de former des puces électroniques 18 séparées les unes des autres et chacune munies de billes fusibles 16 (figure 3).

Sur la figure 4, une puce électronique 18 prête à être reportée par « flip-chip » sur un support est représentée.

Cette réalisation des billes fusibles 16 par un dépôt du matériau fusible par sérigraphie n'est pas envisageable pour des puces individuelles, c'est-à-dire à l'échelle d'une puce électronique déjà découpée sur laquelle l'écran de sérigraphie serait disposé, car elle augmenterait sensiblement le coût de réalisation des puces électroniques.

De plus, cette méthode de réalisation des billes fusibles n'est pas adaptée lorsque la surface sur laquelle les billes fusibles doivent être réalisées est irrégulière et comporte des creux car lors de l'étalement de la pâte 10, celle-ci n'est pas déposée correctement dans les creux. De plus, du fait que l'écran de sérigraphie 14 doit être plaqué contre la surface sur laquelle les billes fusibles sont réalisées lors du dépôt de la pâte 10, les irrégularités de cette surface posent un problème de planéité.

Des contraintes analogues existent également dans d'autres applications, comme par exemple lors de la réalisation de cordons de scellement destinés à la solidarisation de capots ou de couches de protection pour des dispositifs MEMS, ou bien encore lors de la réalisation de couches de fonctionnalisation pour des capteurs et des dispositifs de test utilisés dans le domaine de la biologie et/ou de la chimie.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Un but de la présente invention est de proposer un procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément ne présentant pas les inconvénients de l'art antérieur précédemment décrit, c'est-à-dire qui permette de déposer localement le matériau sur un élément individuel de petites dimensions tel qu'une puce électronique, et/ou pour déposer le matériau sur une surface irrégulière présentant des creux.

Pour cela, il est proposé un procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément, comprenant la mise en œuvre des étapes suivantes :

- dépôt d'au moins une portion du matériau sur au moins une partie d'une surface d'un support ;
- positionnement d'au moins une partie de l'élément contre la portion du matériau ;
- traitement thermique et/ou chimique de la portion de matériau augmentant, à la fin du traitement thermique et/ou chimique, la force d'adhérence du matériau contre la partie de l'élément, les matériaux de la partie de l'élément et de la partie de la surface du support étant choisis tels que l'adhérence du matériau contre la

partie de l'élément soit, à la fin du traitement thermique et/ou chimique, supérieure à celle du matériau contre la partie de la surface du support ;

- séparation de l'élément et du support au niveau de l'interface entre le matériau et la partie de la surface du support, le matériau restant solidaire de la partie de l'élément.

Dans ce procédé, le matériau à déposer localement est tout d'abord déposé sur un support qui ne correspond pas à l'élément sur lequel le matériau est destiné à être déposé et qui sert de support temporaire. La partie de l'élément sur lequel le matériau est destiné à être déposé est ensuite positionnée en contact avec le matériau.

Un traitement thermique et/ou chimique est ensuite mis en œuvre afin d'augmenter la force d'adhérence du matériau contre la partie de l'élément. A la fin du traitement thermique et/ou chimique, l'adhérence du matériau contre la partie de l'élément est supérieure à celle du matériau contre la partie de la surface du support. Cette propriété est obtenue en choisissant judicieusement les matériaux formant la partie de la surface du support et la partie de l'élément contre lesquels le matériau est disposé. Ainsi, la séparation qui est ensuite réalisée entre l'élément et le support engendre une rupture à l'interface entre le matériau et la partie de la surface du support, avec le matériau qui reste solidaire de l'élément. Le matériau se retrouve donc bien déposé localement sur l'élément.

Ce procédé est particulièrement bien adapté pour être mis en œuvre avec des éléments individuels de petites tailles, par exemple des puces électroniques, qui sont indépendants les uns des autres. Ce procédé peut être mis en œuvre simultanément pour plusieurs éléments individuels. Ce procédé est également bien adapté pour déposer localement un matériau sur des éléments présentant des surfaces d'accueil du matériau irrégulières comprenant des creux puisqu'aucune sérigraphie n'est directement mise en œuvre sur ces surfaces d'accueil.

Ce procédé peut être mis en œuvre pour de nombreuses applications : réalisation de métallisations de type billes fusibles sur une ou plusieurs puces électroniques individuelles, réalisation de cordons de scellement destinés à la solidarisation de capots ou de couches de protection pour des dispositifs MEMS,

réalisation d'interconnexions électriques et/ou mécaniques, réalisation de couches de fonctionnalisation pour des capteurs et des dispositifs de test utilisés dans le domaine de la biologie et/ou de la chimie.

5 Dans tout le document, le terme « bille » est utilisé pour désigner des microbilles de dimensions micrométriques, ou des billes de plus grandes dimensions.

Le traitement thermique et/ou chimique peut correspondre à au moins l'un des traitements suivants : recuit à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau, déshydratation, trempe, congélation, polymérisation,

10 Le dépôt de la portion du matériau sur la partie de la surface du support peut être réalisé par sérigraphie à travers un écran comportant au moins une ouverture déterminant, lors du positionnement de l'écran sur la surface du support, l'emplacement de la partie de la surface du support.

La partie de l'élément peut former un creux par rapport au reste d'une surface de l'élément au niveau de laquelle se trouve ladite partie de l'élément.

15 La partie de la surface du support peut comporter un marquage en relief. Ainsi, lors de la désolidarisation entre le matériau déposé et la partie de la surface du support, un motif inverse à celui du marquage est reporté sur la surface du matériau qui est détachée du support. Ce marquage peut servir à réaliser des logos ou des poinçons permettant d'identifier ou d'authentifier l'élément.

20 Le procédé peut être tel que :

- le traitement thermique et/ou chimique correspond à un traitement thermique mis en œuvre à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau ;

25 - la partie de la surface du support est telle qu'un angle de contact entre le matériau à l'état liquide et la partie de la surface du support a une valeur θ_{C1} ;

- la partie de l'élément est telle qu'un angle de contact entre le matériau à l'état liquide et la partie de l'élément a une valeur $\theta_{C2} < \theta_{C1}$.

30 Dans ce cas, lors du traitement thermique, le matériau traité change de phase et passe à l'état liquide. Ces valeurs des angles de contact θ_{C1} et θ_{C2} sont obtenues en choisissant judicieusement les matériaux formant la partie de la surface du support et

la partie de l'élément et qui sont en contact avec le matériau à l'état liquide. Avec de tels angles de contact, après le retour à l'état solide du matériau, l'adhérence du matériau contre la partie de l'élément est bien supérieure à celle du matériau contre la partie de la surface du support.

5 Dans une configuration avantageuse, le procédé peut être tel que :

- le matériau est un matériau métallique de brasure, et
- le traitement thermique mis en œuvre est un recuit.

De plus, le matériau métallique de brasure peut comporter au moins l'un des métaux suivants : étain, indium, argent, et la partie de la surface du support peut
10 comporter un oxyde métallique et la partie de l'élément peut comporter au moins l'un des métaux suivants : aluminium, cuivre, or. De tels matériaux permettent d'obtenir, du côté de l'élément, un matériau dit « mouillable » par le matériau métallique de brasure et, du côté du support, un matériau dit « non mouillable » par le matériau métallique de brasure.

15 Le procédé peut comporter en outre, entre le dépôt de la portion du matériau sur la partie de la surface du support et le positionnement de la partie de l'élément contre la portion du matériau, la mise en œuvre d'un recuit initial de la portion de matériau. Ce recuit initial permet de supprimer une partie des solvants présents dans le matériau déposé sur la partie de la surface du support.

20 Selon un premier mode de réalisation, l'élément peut correspondre à une puce électronique.

De plus, le procédé peut être tel que :

- plusieurs portions de matériau sont déposées sur le support,
- les parties de la puce électronique disposées contre les portions de
25 matériau correspondent à des plots de contact électrique, et
- après la mise en œuvre du traitement thermique, les portions de matériau forment des métallisations de type billes fusibles.

Selon un deuxième mode de réalisation, le procédé peut être tel que :

- l'élément correspond à une couche de protection ou un capot adapté
30 pour enfermer ou protéger au moins un dispositif de type MEMS dans une cavité, et

- après la mise en œuvre du traitement thermique, la portion de matériau forme un cordon de scellement solidarisé à la couche de protection ou au capot.

Dans tout le présent document, l'expression « dispositif MEMS » est utilisée pour désigner des dispositifs MEMS ou NEMS (« NanoElectroMechanical System » ou nanosystème électro-mécanique) ou MOEMS (« Micro-Opto-ElectroMechanical System » ou microsystème opto-électro-mécanique) ou NOEMS (« Nano-Opto-ElectroMechanical System » ou nanosystème opto-électro-mécanique) ou tout autre dispositif électronique ou microélectronique destiné à être enfermé ou protégé dans une cavité.

10 Le procédé peut être tel que :

- le matériau est un matériau organique, et
- le traitement thermique et/ou chimique comprend la mise en œuvre d'une déshydratation et/ou d'un traitement thermique de type trempe et/ou d'une congélation.

15 Dans ce cas, l'élément peut correspondre à un dispositif de test ou un capteur destiné à des applications biologiques et/ou chimiques, et la portion de matériau forme, à la fin du traitement thermique et/ou chimique, une couche de fonctionnalisation.

Le procédé peut être tel que :

20

- le matériau est un polymère, et
- le traitement thermique et/ou chimique correspond à une polymérisation comprenant la mise en œuvre d'une illumination par un faisceau laser et/ou une insolation par un rayonnement UV ou infrarouge du matériau.

25 De manière générale, le procédé peut être mis en œuvre simultanément pour plusieurs éléments.

De plus, les éléments peuvent avoir des épaisseurs différentes.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- 5 - les figures 1 à 4 représentent un exemple de procédé de réalisation de métallisations de type billes fusibles selon l'art antérieur ;
- les figures 5 à 10 représentent un exemple de procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément selon un premier mode de réalisation ;
- 10 - les figures 11 à 15 représentent un exemple de procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément selon un deuxième mode de réalisation.

Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures décrites ci-après portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage
15 d'une figure à l'autre.

Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

Les différentes possibilités (variantes et modes de réalisation) doivent être comprises comme n'étant pas exclusives les unes des autres et peuvent se combiner
20 entre elles.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Un procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément selon un premier mode de réalisation est décrit ci-dessous en lien avec les figures 5 à 10. Dans ce premier mode de réalisation particulier, ce procédé de dépôt est
25 mis en œuvre pour réaliser des métallisations de type billes fusibles sur des puces électroniques.

Comme représenté sur la figure 5, de la pâte à braser 100 comportant du matériau à déposer localement, ici du matériau fusible, ou matériau métallique de brasure, est étalée sur au moins une partie d'une surface 101 d'un support 102. Le

matériau à déposer correspond par exemple à de l'étain ou de l'indium ou de l'argent ou un alliage comportant au moins l'un de ces métaux. Le support 102 correspond par exemple à un substrat semi-conducteur, ou tout autre support adapté pour recevoir le dépôt du matériau 100.

5 La pâte à braser 100 est étalée par exemple avec une racle 104 à travers un écran de sérigraphie 106. Des ouvertures formées à travers l'écran de sérigraphie 106 déterminent, lors du positionnement de l'écran de sérigraphie 106 sur la surface 101 du support 102, l'emplacement des parties de la surface 101 du support 102 sur lesquelles de la pâte à braser 100 est déposée. La référence 108 désigne les portions de matériau
10 déposées sur le support 102. L'épaisseur « e » du masque 106, qui correspond à l'épaisseur des portions 108 de matériau déposées, est par exemple comprise entre environ 40 μm et 500 μm .

Les parties de la surface 101 du support 102 sur lesquelles les portions 108 de matériau sont déposées comprennent un matériau tel que lorsque le matériau des portions 108 est à l'état liquide, l'angle de contact entre le matériau à l'état liquide et les
15 parties de la surface 101 du support 102 sur lesquelles les portions 108 sont déposées a une valeur θ_{C1} . Il est possible que toute la surface 101 du support 102 au niveau de laquelle le matériau est déposé, c'est-à-dire toute la face du support 102 du côté de laquelle le matériau est déposé, comporte un tel matériau.

20 Ce matériau des parties de la surface 101 du support 102 sur lequel les portions 108 sont déposées est choisi tel qu'il soit moins « mouillant », ou comporte une plus faible mouillabilité, que celui du ou des éléments (correspondant à des puces électroniques dans le premier mode de réalisation décrit ici) auxquels les portions 108 sont destinées à être déposées localement à l'issue du procédé. Ainsi, le matériau de
25 ladite ou desdites parties de la surface 101 du support 102 peut être tel qu'un angle de contact entre le matériau des portions 108 à l'état liquide et ladite ou lesdites parties de la surface 101 du support 102 a une valeur θ_{C1} , et le matériau de la ou des parties des éléments auxquels les portions 108 sont destinées à être déposées localement à l'issue du procédé peut être tel qu'un angle de contact entre le matériau des portions 108 à
30 l'état liquide et ladite ou lesdites parties de ces éléments a une valeur $\theta_{C2} < \theta_{C1}$.

Lorsque le matériau déposé correspond à l'un des matériaux de brasure précédemment mentionnés, le matériau de la ou des parties de la surface 101 du support 102 peut correspondre à un oxyde métallique tel que de l'oxyde de cuivre. Par exemple, dans l'exemple de réalisation décrit ici, la surface 101 du support 102 est formée d'une
5 couche d'oxyde métallique. Lorsque le matériau métallique correspond à un oxyde métallique, sa mouillabilité peut être ajustée via les paramètres de mise en œuvre de l'oxydation formant ce matériau, par exemple par l'ajustement de la durée d'étuvage ou du traitement plasma de cette oxydation.

De manière optionnelle, un recuit initial des portions 108 de matériau à
10 une température faisant passer le matériau 100 à l'état liquide, c'est-à-dire à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau des portions 108, est mis en œuvre. Ce recuit initial permet d'enlever une partie des solvants présents dans le matériau déposé, et est mis en œuvre par exemple à une température comprise entre environ 220°C et 260°C lorsque le matériau déposé correspond à l'un des matériaux
15 de brasure précédemment mentionnés, et pendant une durée comprise entre environ 5 et 15 minutes.

L'écran 106 est retiré et un ou plusieurs éléments 110 sont ensuite disposés contre les portions 108. Dans le premier mode de réalisation décrit ici, plusieurs éléments référencés 110.1 et 110.2, correspondant à des puces électroniques, sont
20 disposés contre les portions 108 (voir figures 6 et 7).

Les puces 110.1 et 110.2 comportent chacune, sur une de leurs faces, des plots de connexion 112 formant les parties contre lesquelles les métallisations de type billes fusibles sont destinées à être réalisées. Ces plots de connexion 112 comportent un matériau tel que lorsque le matériau fusible est à l'état liquide, l'angle de
25 contact entre le matériau fusible à l'état liquide et les plots de connexion 112 a une valeur $\theta_{C2} < \theta_{C1}$. Lorsque le matériau 100 correspond à l'un des matériaux de brasure précédemment mentionnés, un tel matériau peut correspondre à de l'aluminium, du cuivre ou de l'or ou un alliage comportant au moins l'un de ces métaux. En outre, les plots de connexion 112 présents sur les puces électroniques 110.1 et 110.2 sont disposés selon
30 un agencement compatible avec celui des portions 108, c'est-à-dire tels que lorsque les

puces électroniques 110.1 et 110.2 sont mises en place contre les portions 108, ces portions 108 se retrouvent en contact avec les plots de connexion 112.

Comme représenté sur la figure 8, un traitement thermique et/ou chimique des portions 108 de matériau est ensuite mis en œuvre afin d'engendrer à la fin de ce traitement, une augmentation de l'adhérence du matériau contre les plots de connexion 112. Dans le premier mode de réalisation décrit ici, ce traitement correspond à un traitement thermique, et plus particulièrement un recuit mis en œuvre dans un four à passage à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau des portions 108. Ce traitement thermique est mis en œuvre par exemple à une température comprise entre environ 220°C et 260°C lorsque le matériau des portions 108 correspond à l'un des matériaux de brasure précédemment mentionnés, et pendant une durée comprise entre environ 5 min. et 15 min (durée complète incluant la montée et la descente en température). Au cours de ce traitement thermique, les portions 108 peuvent être exposées à une température comprise entre environ 220°C et 260°C pendant une durée de l'ordre d'une minute. Les portions de matériau obtenues à la fin du recuit, après la solidification du matériau déposé, portent la référence 114.

Les matériaux de la ou des parties du ou des éléments sur lesquelles le matériau est destiné à être déposé localement, c'est-à-dire le matériau des plots de connexion 112 dans l'exemple de réalisation décrit en lien avec les figures 5 à 10, et de la ou des parties de la surface 101 du support 102 sur lesquelles le matériau est initialement déposé sont choisis tels que lors du recuit mis en œuvre, les angles de contact θ_{C1} et θ_{C2} sont tels que $\theta_{C2} < \theta_{C1}$. Ces angles de contact sont visibles sur la figure 8. Avec de tels angles de contact, à la fin du recuit, l'adhérence du matériau des portions 114 contre les plots de connexion 112 est supérieure à celle du matériau des portions 114 contre les parties de la surface 101 du support 102 en raison notamment de la plus grande surface de contact obtenue entre le matériau des portions 114 et les plots de connexion 112 par rapport à celle entre le matériau des portions 114 et la surface 101 du support 102.

A titre d'exemple, lorsque le matériau à déposer correspond à une brasure comprenant un alliage d'étain (composition en étain supérieure à 96 %), le matériau de la ou des parties de la surface 101 du support 102 sur lesquelles le matériau

est initialement déposé peut être choisi tel que l'adhérence entre le matériau des portions 114 et les parties de la surface 101 du support 102 soit inférieure à environ 3 kg/mm² lorsque cette valeur est mesurée en test de cisaillement, après la mise en œuvre du recuit, selon la méthodologie décrite dans les publications suivantes : « Effect of intermetallic compound thickness on shear strength of 25 µm diameter Cu-pillars » de Julien Bertheau et al., *Intermetallics*, vol.51, août 2014, pages 37-47, et « Effects of bump size on deformation and fracture behavior of Sn3.0Ag0.5Cu/Cu solder joints during shear testing » de Yanhong Tian et al., *Materials Science and Engineering: A*, vol. 529, 25 novembre 2011, pages 468-478.

Dans le premier mode de réalisation décrit ici, les portions 114 obtenues correspondent à des métallisations de type billes fusibles. Le diamètre de ces billes est par exemple compris entre environ 40 µm et 500 µm.

Comme représenté sur la figure 9, les puces électroniques 110.1 et 110.2 sont retirées et séparées du support 102, avantageusement de manière collective. Etant donné que l'adhérence des portions 114 contre les plots de connexion 112 est supérieure à celle des portions 114 contre le support 102, les portions 114 restent solidaires des puces électroniques 110.1 et 110.2 et se détachent du support 102.

Les puces électroniques 110.1 et 110.2 obtenues et représentées sur la figure 10 sont prêtes à être reportées par « flip-chip » sur un autre support.

De manière avantageuse, les parties du support 102 sur lesquelles les portions 108 sont déposées comportent un marquage en relief. Ainsi, lors de la désolidarisation entre les portions 114 et le support 102, ce marquage se retrouve (selon un motif inversé) sur la surface du matériau des portions 114 qui était en contact avec le support 102. Ce marquage peut servir par exemple à réaliser des logos ou des poinçons permettant d'identifier ou d'authentifier le ou les éléments 110.

Le procédé décrit ci-dessus s'applique avantageusement pour un dépôt localisé du matériau 100 sur une ou plusieurs parties d'un ou plusieurs éléments 110, correspondant par exemple à des puces électroniques, formant un ou des creux par rapport au reste de la surface du ou des élément 100 au niveau de laquelle se trouve(nt) cette ou ces parties. Etant donné que la sérigraphie du matériau à déposer n'est pas

réalisée directement sur cette surface irrégulière et que le matériau est « transféré » du support 102 à ou aux éléments 110 via la mise en œuvre du traitement thermique et/ou chimique, ce transfert s'opère sans difficulté sur cette surface irrégulière.

5 Le procédé de dépôt localisé décrit précédemment peut être mis en œuvre pour des applications autres que la réalisation de métallisations de type billes fusibles.

10 Un procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément selon un deuxième mode de réalisation est décrit ci-dessous en lien avec les figures 11 à 15. Dans ce deuxième mode de réalisation, ce procédé de dépôt est mis en œuvre pour réaliser un cordon de scellement d'un capot ou d'une couche de protection d'un dispositif de type MEMS.

15 Sur les figures 11 et 12, comme dans le premier mode de réalisation, le matériau est déposé par sérigraphie sur le support 102. Dans ce deuxième mode de réalisation, le matériau 100 est déposé sous la forme d'une portion 108 comportant par exemple un motif de contour fermé et destiné à former un cordon de scellement. Le matériau 100 correspond ici à un matériau fusible par exemple similaire à celui précédemment décrit pour le premier mode de réalisation. De plus, au moins la ou les parties de la surface 101 du support 102 (éventuellement toute la surface 101 du support 102) sur lesquelles le matériau de la portion 108 est déposé comprend un matériau dit
20 « non mouillable », correspondant par exemple à l'un des exemples de matériaux précédemment décrits pour le premier mode de réalisation.

25 Comme dans le premier mode de réalisation, de manière optionnelle, un recuit initial peut être mis en œuvre à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau 100 afin de supprimer les solvants présents dans le matériau déposé.

30 L'écran 106 est retiré et un élément 110 correspondant à une couche de protection ou un capot est positionné contre la portion 108 (figure 13). Comme pour les puces électroniques précédemment décrites dans le premier mode de réalisation, l'élément 110 formant le capot ou la couche de protection comporte, sur la face destinée à recevoir la portion 108, un matériau « mouillable » correspondant par exemple à l'un

des exemples de matériaux précédemment mentionnés dans le premier mode de réalisation. L'élément 110 peut donc comporter une région 112 de matériau similaire à celui des plots de contact 112 et dont la forme et les dimensions correspondent à ceux du cordon de scellement destiné à être réalisé.

5 Un recuit est ensuite mis en œuvre à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau de la portion 108. Lors de ce recuit, le matériau de la portion 108 passe à l'état liquide en formant, comme dans le premier mode de réalisation, des angles de contact θ_{c1} et θ_{c2} tels que $\theta_{c2} < \theta_{c1}$. La portion 114 obtenue à la fin du recuit forme un cordon de scellement dont l'adhérence contre
10 l'élément 110 est supérieure à celle contre le support 102.

L'élément 110 est retiré, ce qui sépare la portion 114 vis-à-vis du support 102 (figures 14 et 15). Le capot 110 obtenu est prêt à être reporté pour fermer par exemple une cavité dans laquelle est disposé un dispositif MEMS.

15 Comme dans le premier mode de réalisation, le support 102 peut comporter un marquage en relief dont le motif se retrouve alors sur la surface du matériau de la portion 114 qui était en contact avec le support 102.

Pour d'autres applications, le procédé peut être mis en œuvre pour réaliser un dépôt localisé d'au moins un matériau organique, correspondant par exemple à un composé comprenant des liants organiques. Dans ce cas, le traitement thermique
20 et/ou chimique mis en œuvre correspond à une étape de séchage et/ou de déshydratation du matériau. Après avoir réalisé la séparation entre le ou les éléments 110 (par exemple des puces) sur lesquels le matériau a été déposé localement et le support 102, les éléments 110 peuvent être soumis à un traitement thermique ultérieur permettant de stabiliser le matériau déposé localement et/ou obtenir le composé désiré.

25 Dans ce cas, le procédé est avantageusement mis en œuvre pour fonctionnaliser un capteur, comme décrit dans le document « Optimisation du procédé de sérigraphie pour la réalisation de capteurs de gaz en couche épaisse », thèse de doctorat soutenue par Béatrice Rivière à Saint-Etienne le 4 février 2004, p34, partie B.1.1 « Principe de la sérigraphie ».

Pour d'autres applications, le procédé peut être mis en œuvre pour réaliser un dépôt localisé d'au moins un matériau polymère. De tels matériaux polymères correspondent par exemple à des résines d'encapsulation ou d'enrobage à base d'époxy, appelées « Glob Top », qui sont notamment utilisées pour protéger des composants, par exemple électroniques, vis-à-vis de l'environnement extérieur. Dans ce cas, le traitement thermique et/ou chimique mis en œuvre correspond à une polymérisation obtenue par exemple en mettant en œuvre une insolation UV à travers le support 102 qui doit être transparent au rayonnement utilisé pour la polymérisation. Cette polymérisation permet de rigidifier et fixer la composition chimique du matériau déposé. Le support 102 est ensuite séparé du ou des composants sur lesquels la résine polymérisée a été déposée et qui reste solidaire du ou des composants. En variante, suivant la nature du polymère à déposer, la polymérisation peut être également réalisée par un faisceau laser et/ou une insolation par un rayonnement infrarouge.

Pour d'autres applications, le procédé peut être mis en œuvre pour réaliser des dispositifs de test destinés à des applications biologiques et/ou chimiques. Par exemple, ce procédé peut servir à déposer localement, sur des éléments correspondant à des puces micro-fluidiques par exemple à base de polydiméthylsiloxane ou PDMS, un matériau sous forme de gel ou liquide, comprenant par exemple des protéines, à analyser. Ce matériau peut être déposé sur le support 102 par sérigraphie ou par une autre méthode (pipette, seringue). Ensuite, une ou plusieurs puces micro-fluidiques 110, comportant des zones spécifiques pour que le matériau sous forme de gel ou liquide adhère après un traitement thermique et/ou chimique de type congélation et/ou trempe, sont positionnées sur le support 102, dans les zones où la dispense du matériau a été réalisée. Le traitement thermique et/ou chimique est ensuite mis en œuvre, ce qui permet de faire adhérer le matériau aux puces 110. Le support 102 est ensuite retiré, et les puces 110 sont prélevées. A l'issue du procédé, pour réaliser les analyses du matériau déposé sur les puces 110, un traitement thermique est par exemple mis en œuvre afin que le matériau retrouve son état de gel ou de liquide, ce qui permet de réaliser une du matériau, par exemple des protéines contenues dans le liquide ou le gel.

Liste des documents cités

- 5 Julien Bertheau et al., « Effect of intermetallic compound thickness on shear strength of 25 μm diameter Cu-pillars », *Intermetallics*, vol. 51, août 2014, pages 37-47.
- Yanhong Tian et al., « Effects of bump size on deformation and fracture behavior of Sn3.0Ag0.5Cu/Cu solder joints during shear testing », *Materials Science and Engineering: A*, vol. 529, 25 novembre 2011, pages 468-478.
- 10 Béatrice Rivière, thèse de doctorat intitulée « Optimisation du procédé de sérigraphie pour la réalisation de capteurs de gaz en couche épaisse », Saint-Etienne, 4 février 2004, p.34, partie B.1.1 « Principe de la sérigraphie ».

REVENDICATIONS

1. Procédé de dépôt localisé d'au moins un matériau sur au moins un élément (110), comprenant la mise en œuvre des étapes suivantes :

5 - dépôt d'au moins une portion (108) du matériau sur au moins une partie d'une surface (101) d'un support (102) ;

- positionnement d'au moins une partie (112) de l'élément (110) contre la portion (108) du matériau ;

10 - traitement thermique, correspondant à un recuit mis en œuvre à une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau, de la portion (108) de matériau augmentant, à la fin du traitement thermique, la force d'adhérence du matériau contre la partie (112) de l'élément (110), les matériaux de la partie (112) de l'élément (110) et de la partie de la surface (101) du support (102) étant choisis tels que l'adhérence du matériau contre la partie (112) de l'élément (110) soit, à la fin du
15 traitement thermique, supérieure à celle du matériau contre la partie de la surface (101) du support (102) ;

- séparation de l'élément (110) et du support (102) au niveau de l'interface entre le matériau et la partie de la surface (101) du support (102), le matériau restant solidaire de la partie (112) de l'élément (110),

20 et dans lequel :

- la partie de la surface (101) du support (102) est telle qu'un angle de contact entre le matériau à l'état liquide et la partie de la surface (101) du support (102) a une valeur θ_{C1} ;

25 - la partie (112) de l'élément (110) est telle qu'un angle de contact entre le matériau à l'état liquide et la partie (112) de l'élément (110) a une valeur $\theta_{C2} < \theta_{C1}$;

- le matériau correspond à un matériau métallique de brasure comportant au moins l'un des métaux suivants : étain, indium, argent, et

- la partie de la surface (101) du support (102) comporte un oxyde métallique et la partie (112) de l'élément (110) comporte au moins l'un des métaux suivants : aluminium, cuivre, or.

5 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le dépôt de la portion (108) du matériau sur la partie de la surface (101) du support (102) est réalisé par sérigraphie à travers un écran (106) comportant au moins une ouverture déterminant, lors du positionnement de l'écran (106) sur la surface (101) du support (102), l'emplacement de la partie de la surface (101) du support (102).

10

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la partie (112) de l'élément (110) forme un creux par rapport au reste d'une surface de l'élément (110) au niveau de laquelle se trouve ladite partie (112) de l'élément (110).

15

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la partie de la surface (101) du support (102) comporte un marquage en relief.

20

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comportant en outre, entre le dépôt de la portion (108) du matériau sur la partie de la surface (101) du support (102) et le positionnement de la partie (112) de l'élément (110) contre la portion (108) du matériau, la mise en œuvre d'un recuit initial de la portion (108) de matériau.

25

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le matériau a une adhérence sur la surface (101) du support (102) inférieure à 3 kg/mm².

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément (110) correspond à une puce électronique.

30

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel :

- plusieurs portions (108) de matériau sont déposées sur le support (102),

- les parties (112) de la puce électronique (110) disposées contre les portions (108) de matériau correspondent à des plots de contact électrique, et

5 - après la mise en œuvre du traitement thermique, les portions (114) de matériau forment des métallisations de type billes fusibles.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel :

10 - l'élément (110) correspond à une couche de protection ou un capot adapté pour enfermer ou protéger au moins un dispositif de type MEMS dans une cavité, et

- après la mise en œuvre du traitement thermique, la portion (114) de matériau forme un cordon de scellement solidarisé à la couche de protection ou au capot.

15 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le procédé est mis en œuvre simultanément pour plusieurs éléments (110.1, 110.2).

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel les éléments (110.1, 110.2) ont des épaisseurs différentes.

1/5

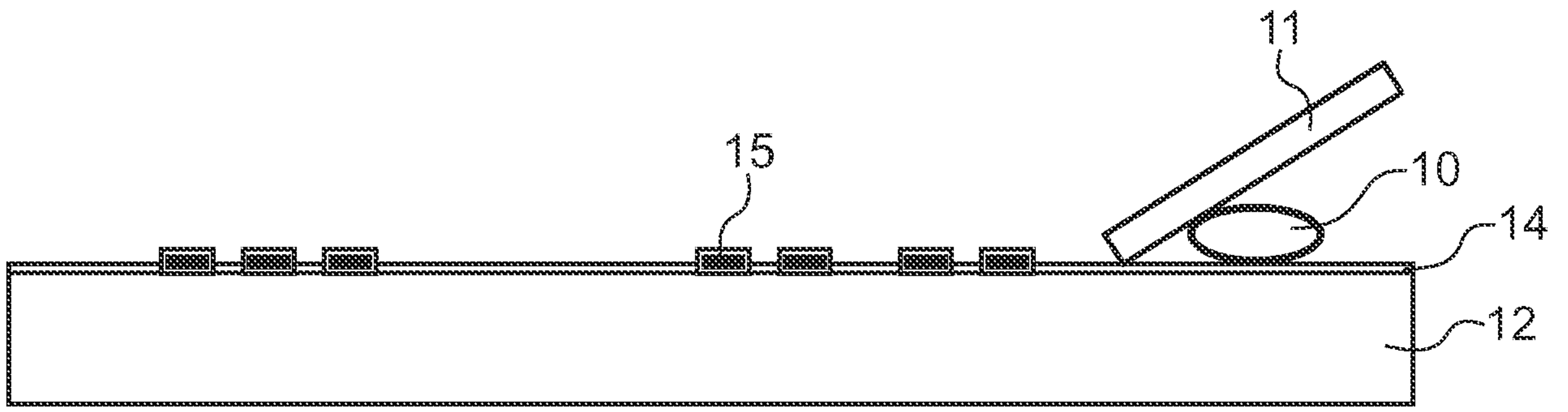


FIG. 1

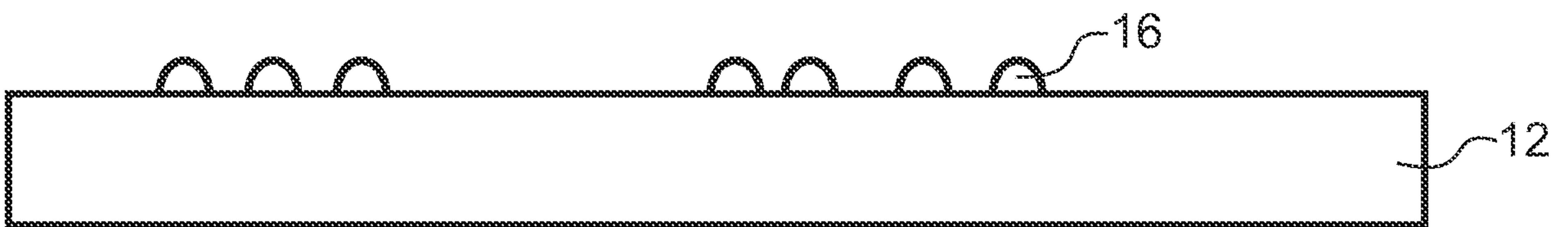


FIG. 2

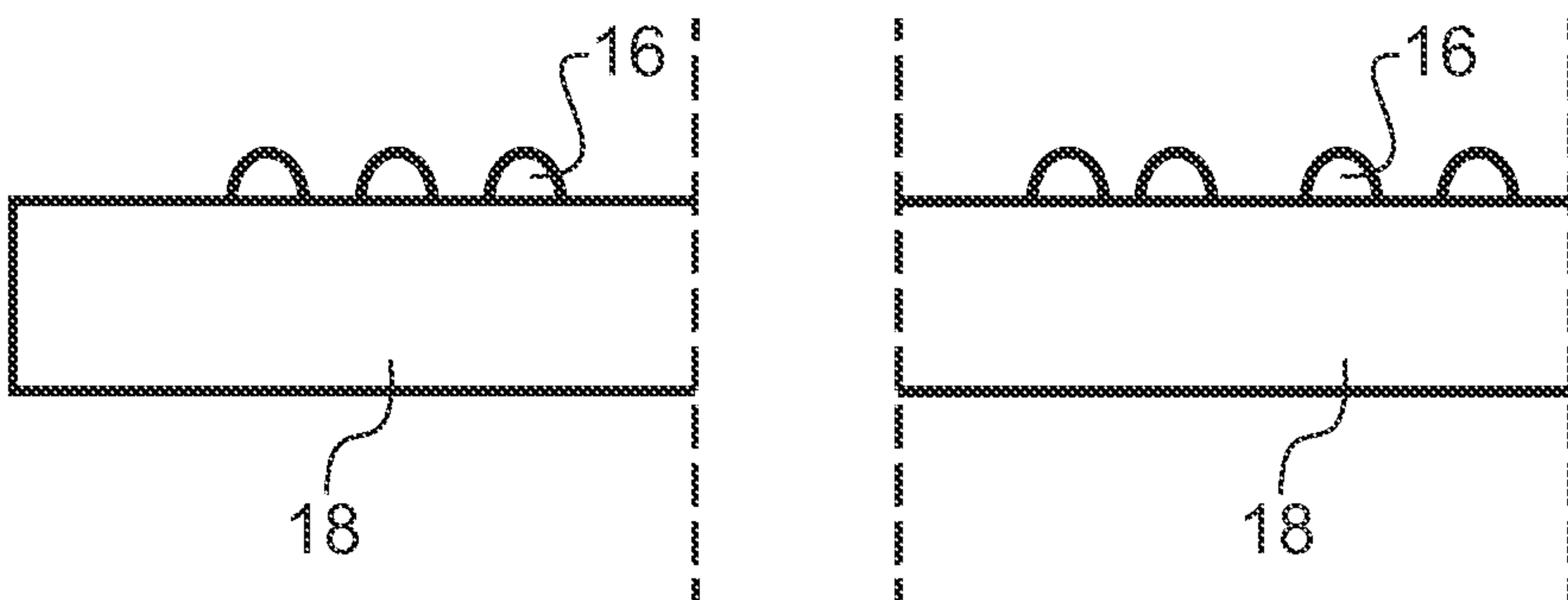


FIG. 3

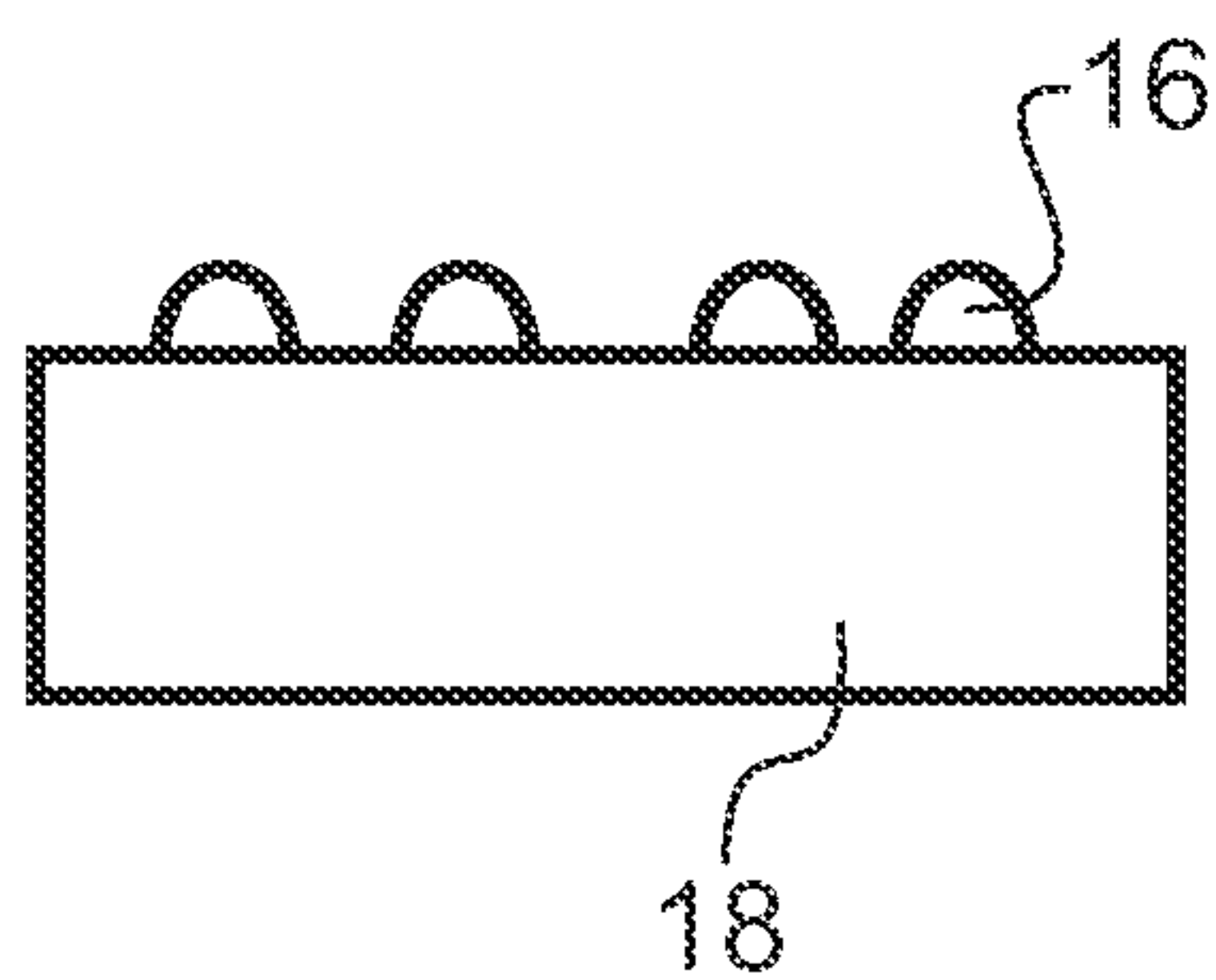


FIG. 4

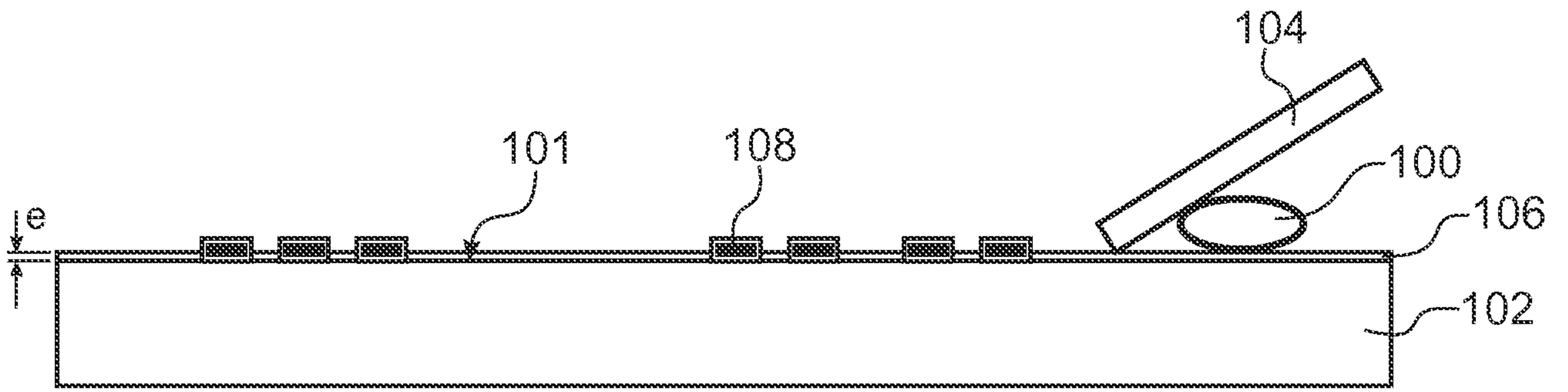


FIG. 5

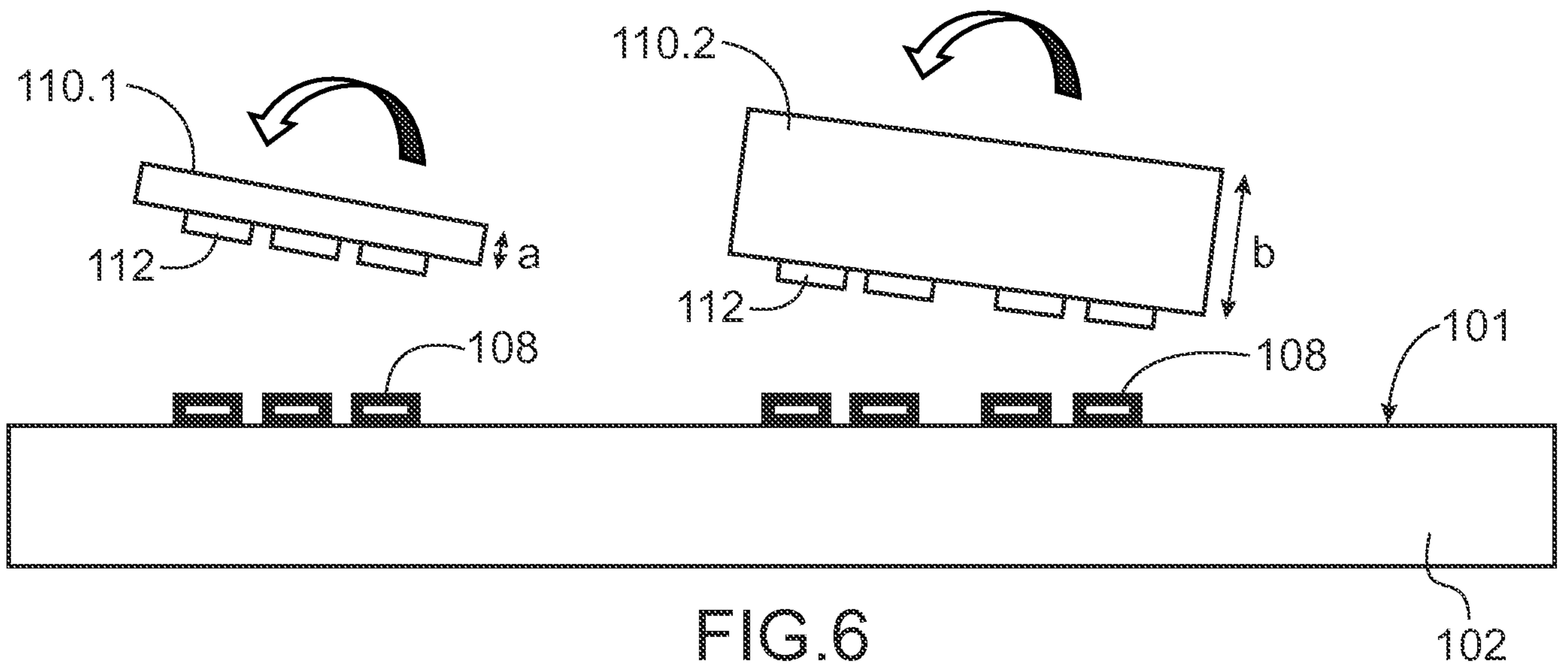


FIG. 6

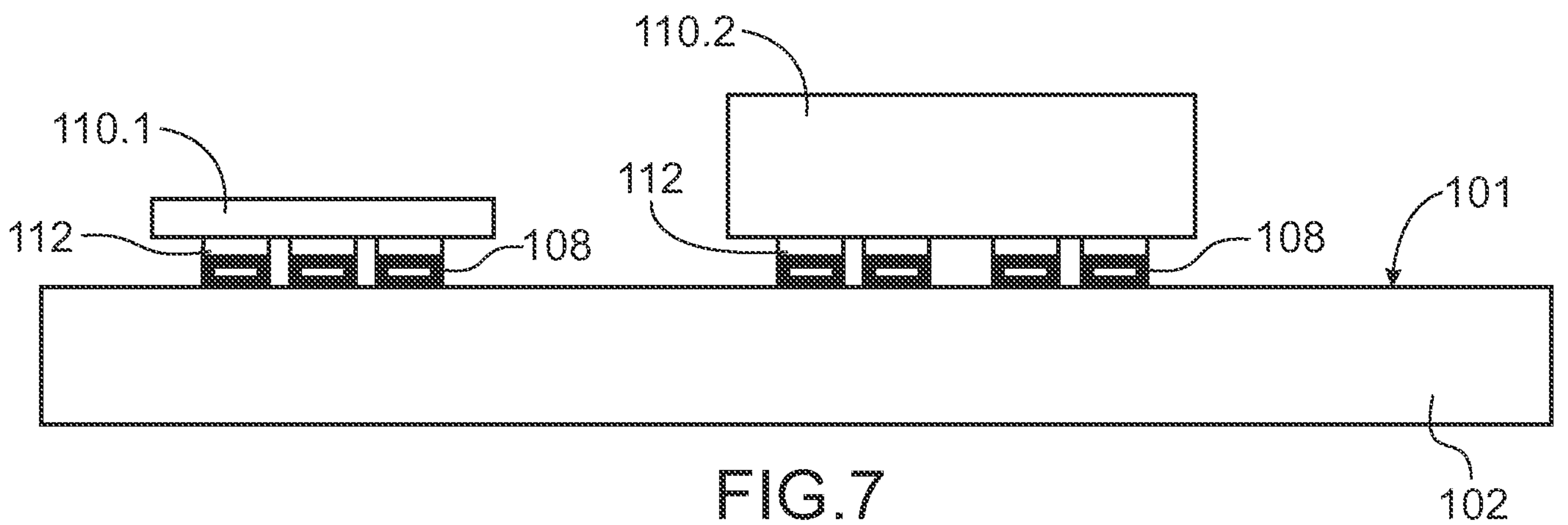


FIG. 7

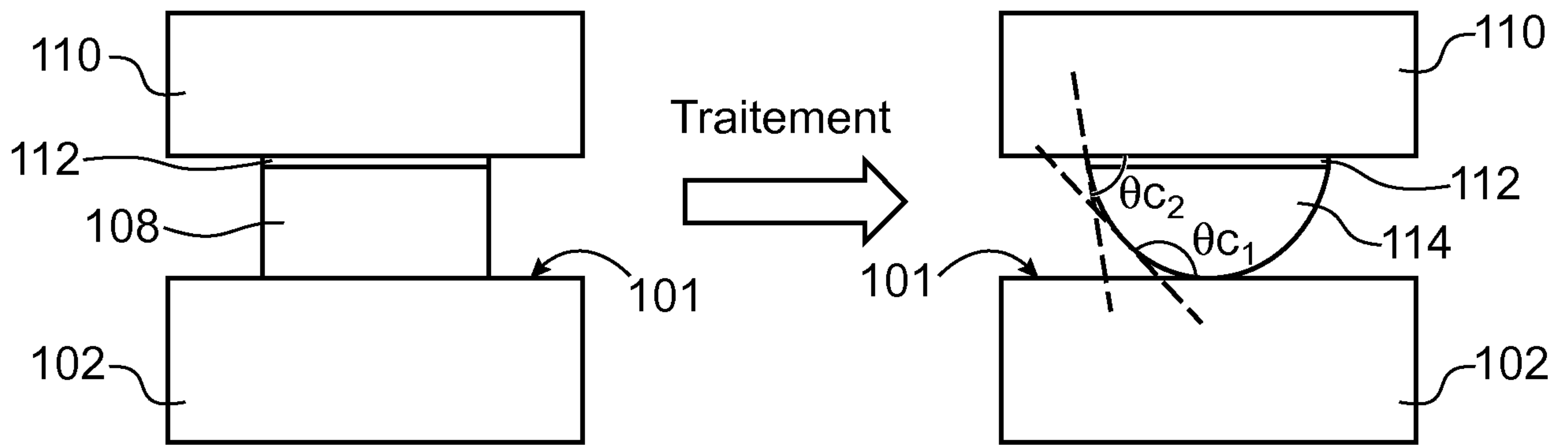


FIG. 8

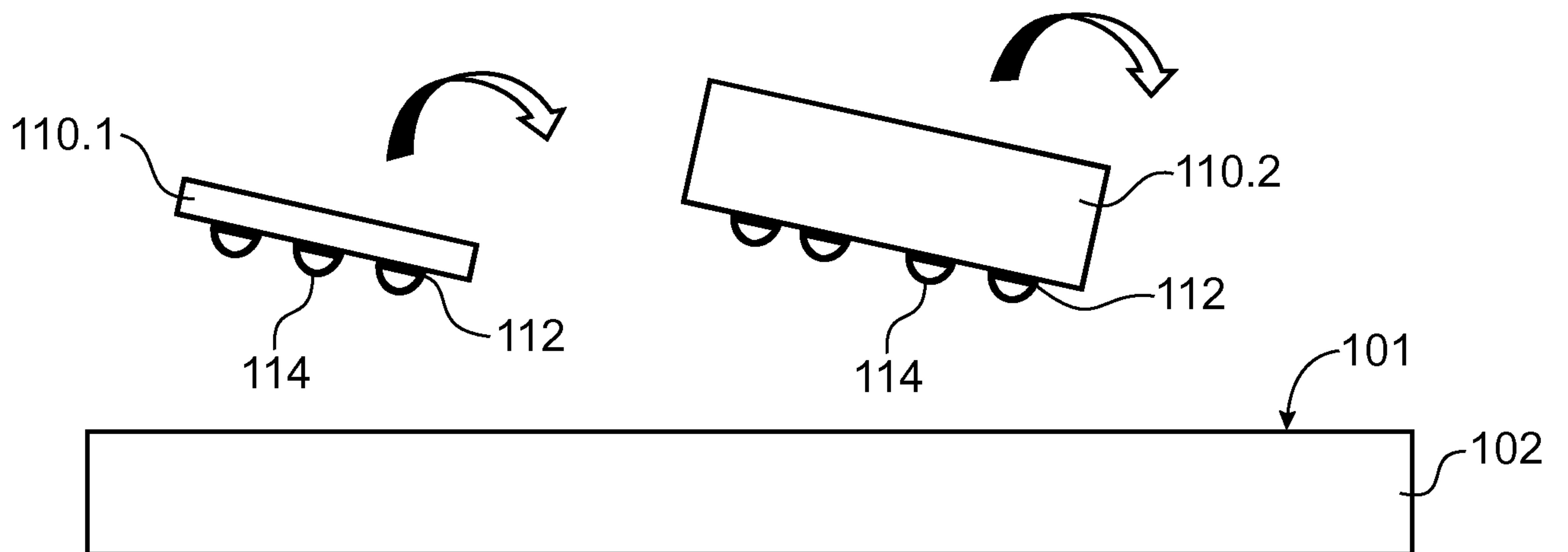


FIG. 9

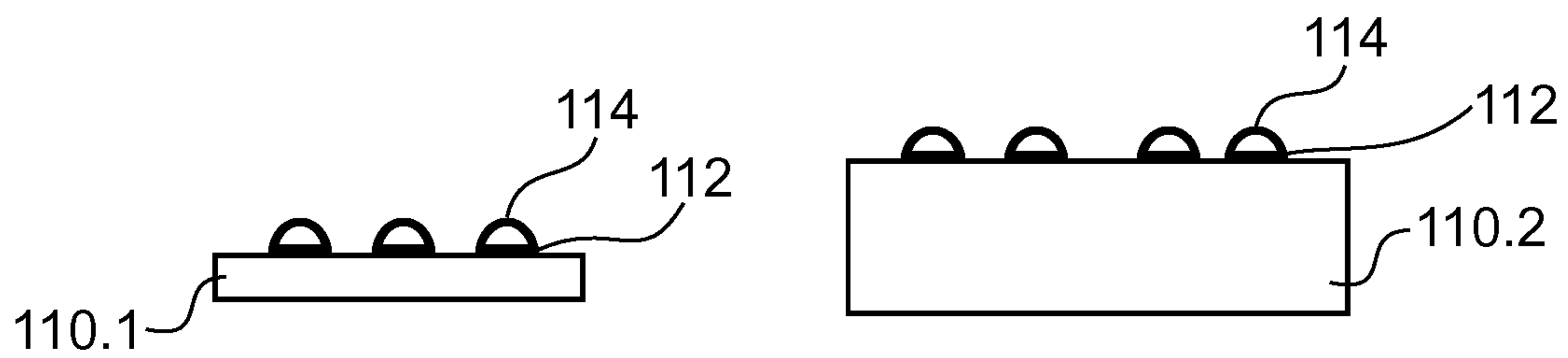
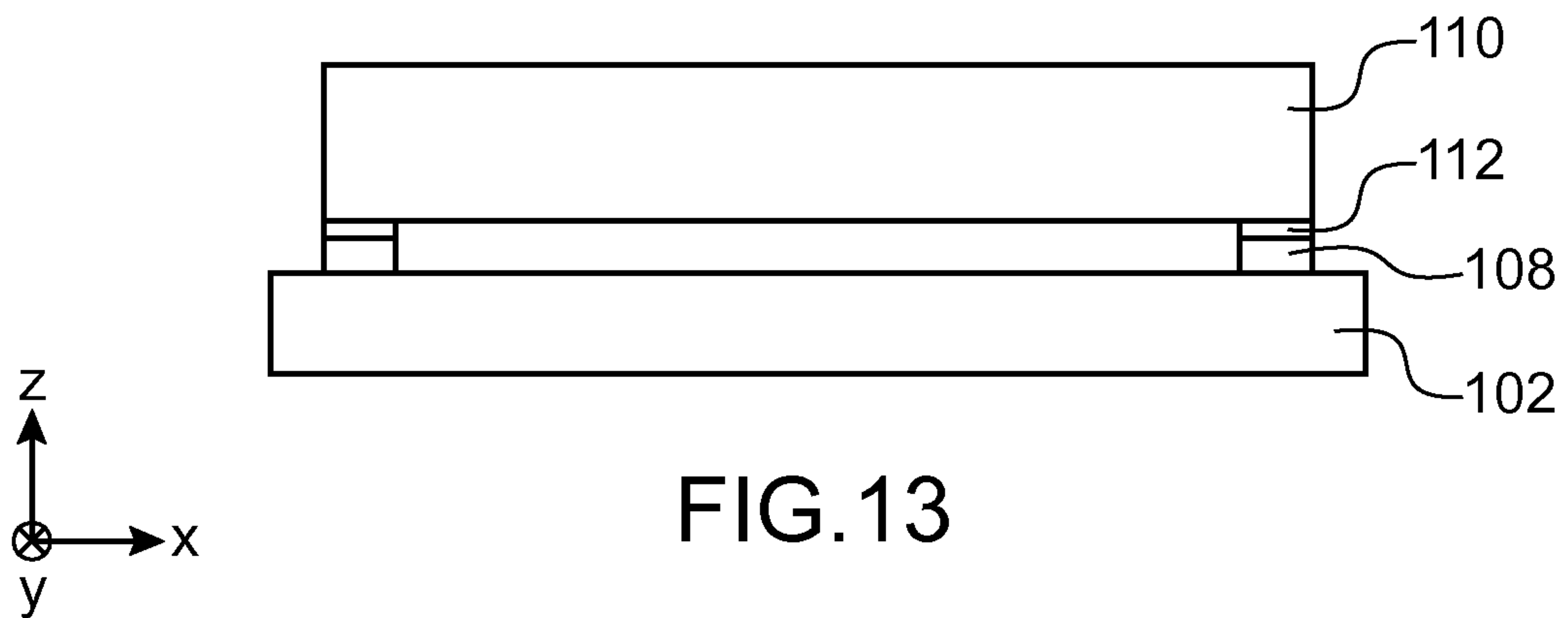
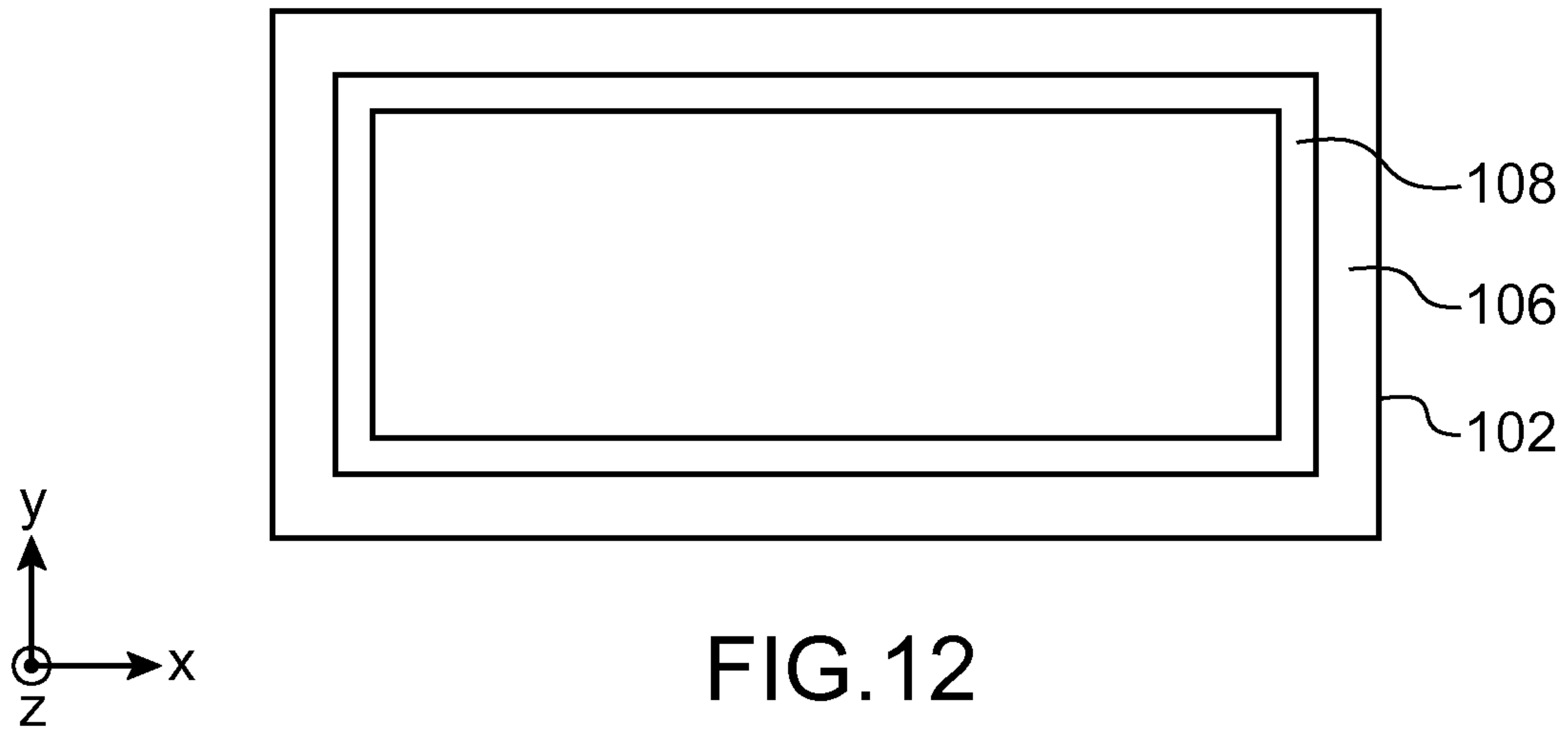
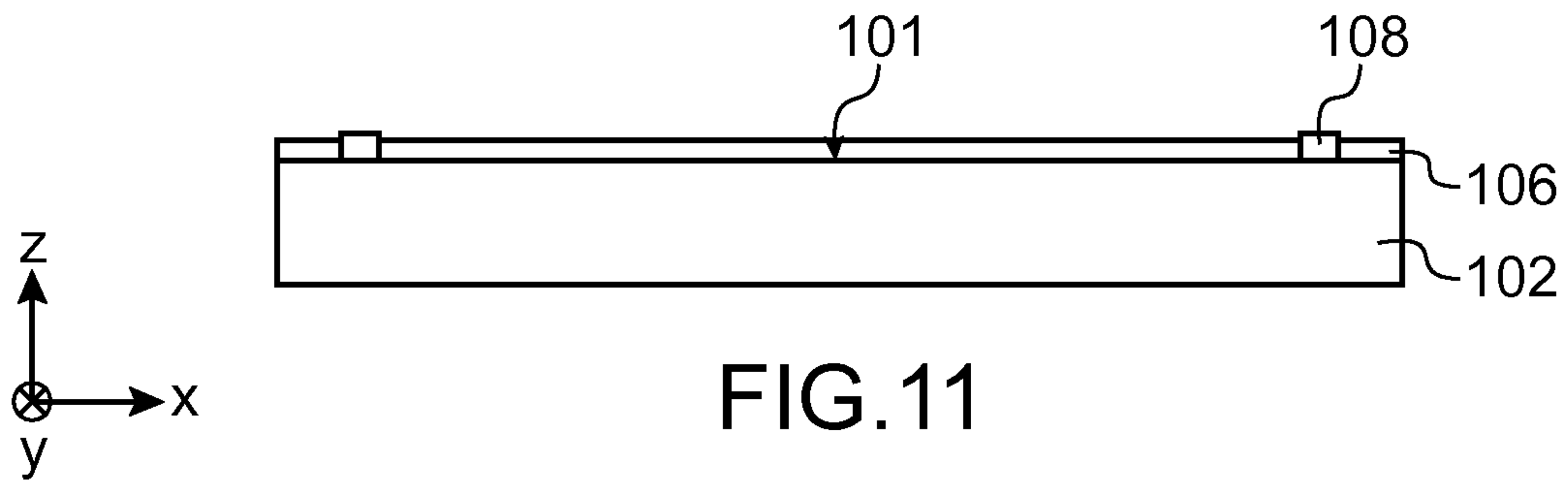
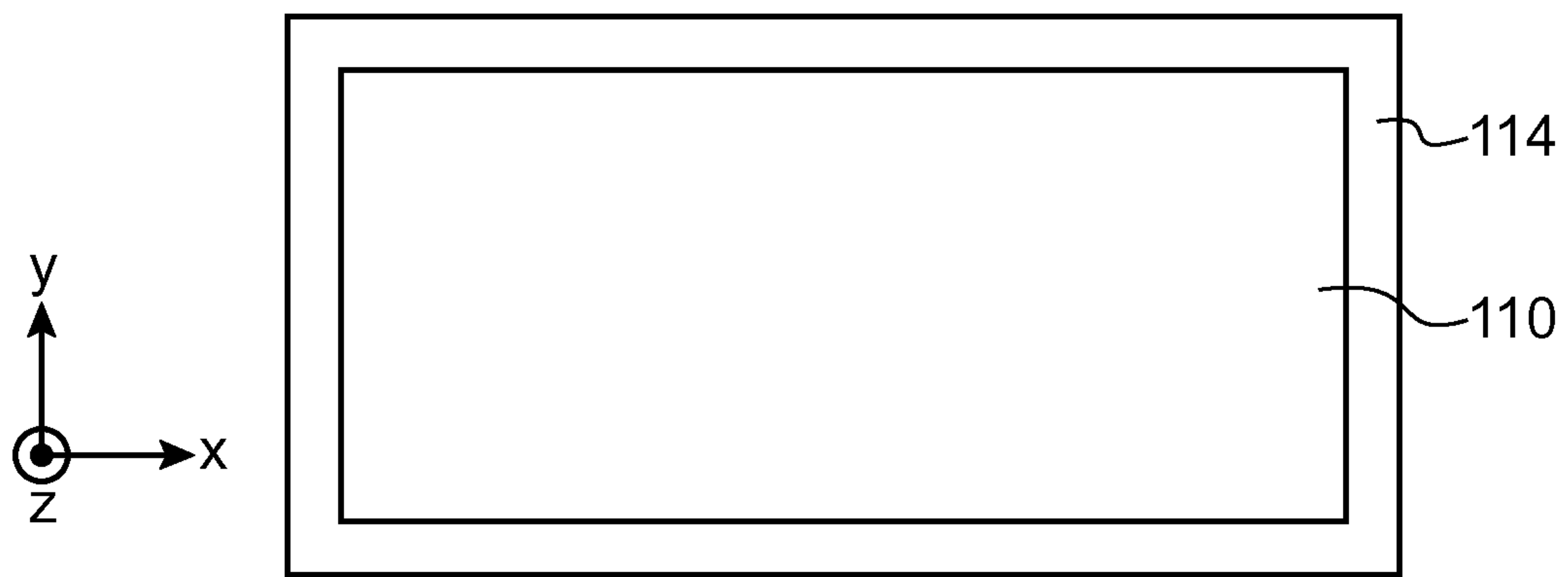
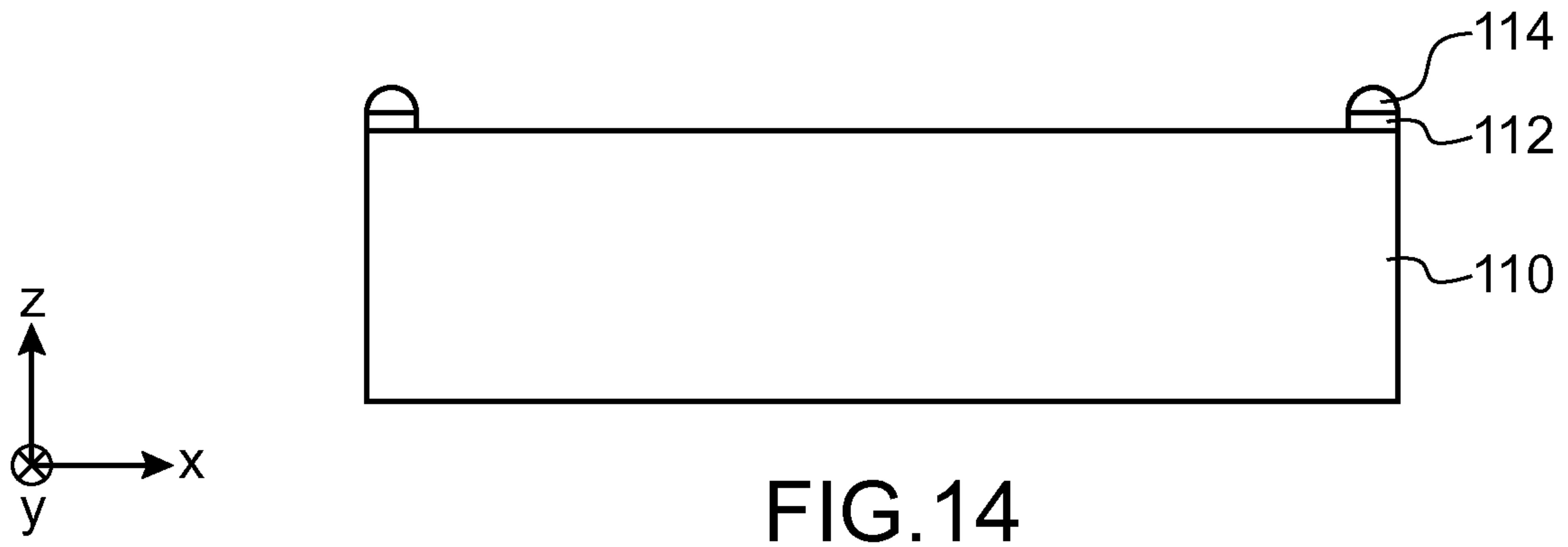


FIG. 10





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/052218

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B81C 1/00</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/60</i> (2006.01)i; <i>H01L 23/00</i> (2006.01)i 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) B81C; B23K; H01L; B81B 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, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6008071 A (KARASAWA KAZUAKI [JP] ET AL) 28 December 1999 (1999-12-28) figures 2A-2C column 3, line 11 - column 4, line 39	1-11
A	US 5956606 A (BURNETTE TERRY [US]) 21 September 1999 (1999-09-21) figures 1-4 column 1, line 27 - line 53	1
A	US 2013196504 A1 (OGASHIWA TOSHINORI [JP] ET AL) 01 August 2013 (2013-08-01) figure 1 paragraph [0038] - paragraph [0044]	1
A	US 2015325507 A1 (UZOH CYPRIAN EMEKA [US] ET AL) 12 November 2015 (2015-11-12) figures 22, 23 paragraph [0079] - paragraph [0081]	5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 25 February 2021		Date of mailing of the international search report 09 March 2021
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 Meister, Martin Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2020/052218

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6008071	A	28 December 1999	US	6008071	A	28 December 1999
				US	6136047	A	24 October 2000
				US	2005062157	A1	24 March 2005
US	5956606	A	21 September 1999	NONE			
US	2013196504	A1	01 August 2013	CN	103262227	A	21 August 2013
				EP	2645409	A1	02 October 2013
				JP	4859996	B1	25 January 2012
				JP	2012114310	A	14 June 2012
				KR	20130086055	A	30 July 2013
				TW	201246278	A	16 November 2012
				US	2013196504	A1	01 August 2013
				WO	2012070480	A1	31 May 2012
US	2015325507	A1	12 November 2015	TW	201603218	A	16 January 2016
				US	2015325507	A1	12 November 2015
				US	2018019191	A1	18 January 2018
				WO	2015175557	A1	19 November 2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/052218

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B81C1/00 H01L21/60 H01L23/00 ADD.		
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) B81C B23K H01L B81B		
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, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 6 008 071 A (KARASAWA KAZUAKI [JP] ET AL) 28 décembre 1999 (1999-12-28) figures 2A-2C colonne 3, ligne 11 - colonne 4, ligne 39 -----	1-11
A	US 5 956 606 A (BURNETTE TERRY [US]) 21 septembre 1999 (1999-09-21) figures 1-4 colonne 1, ligne 27 - ligne 53 -----	1
A	US 2013/196504 A1 (OGASHIWA TOSHINORI [JP] ET AL) 1 août 2013 (2013-08-01) figure 1 alinéa [0038] - alinéa [0044] -----	1
A	US 2015/325507 A1 (UZOH CYPRIAN EMEKA [US] ET AL) 12 novembre 2015 (2015-11-12) figures 22, 23 alinéa [0079] - alinéa [0081] -----	5
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> 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 25 février 2021		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 09/03/2021
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 Meister, Martin

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/052218

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6008071 A	28-12-1999	US 6008071 A US 6136047 A US 2005062157 A1	28-12-1999 24-10-2000 24-03-2005
US 5956606 A	21-09-1999	AUCUN	
US 2013196504 A1	01-08-2013	CN 103262227 A EP 2645409 A1 JP 4859996 B1 JP 2012114310 A KR 20130086055 A TW 201246278 A US 2013196504 A1 WO 2012070480 A1	21-08-2013 02-10-2013 25-01-2012 14-06-2012 30-07-2013 16-11-2012 01-08-2013 31-05-2012
US 2015325507 A1	12-11-2015	TW 201603218 A US 2015325507 A1 US 2018019191 A1 WO 2015175557 A1	16-01-2016 12-11-2015 18-01-2018 19-11-2015