

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 139 664**

②1 N° d'enregistrement national : **22 09121**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 L 23/367 (2022.01)**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 **Date de dépôt** : 12.09.22.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 15.03.24 Bulletin 24/11.

⑤6 **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

**Demande(s) d'extension** :

⑦1 **Demandeur(s)** : STMicroelectronics (Grenoble 2) SAS  
Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : COFFY Romain et LOPEZ Jérôme.

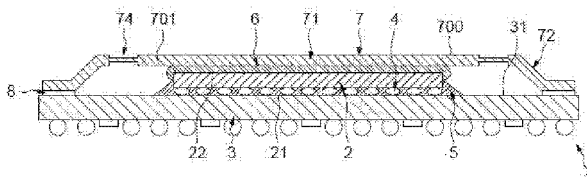
⑦3 **Titulaire(s)** : STMicroelectronics (Grenoble 2) SAS  
Société par actions simplifiée (SAS).

⑦4 **Mandataire(s)** : CASALONGA.

⑤4 **DISSIPATEUR THERMIQUE DE BOITIER DE CIRCUIT INTEGRE.**

⑤7 Circuit intégré (1) comprenant :  
- au moins une puce électronique (2) possédant une face (22) recouverte d'une couche d'un matériau d'interface thermique (6),  
- un dissipateur thermique (7) comprenant une zone de montage (71) fixée à la puce (2) par l'intermédiaire de la couche de matériau d'interface thermique (6), le dissipateur thermique (7) comprenant des entailles ouvertes (73) s'étendant dans la zone de montage (71) de façon à former des ailettes (711, 712, 713, 714) séparées les unes des autres par les entailles (73).

Figure pour l'abrégé : Fig 1



**FR 3 139 664 - A1**



## Description

### **Titre de l'invention : DISSIPATEUR THERMIQUE DE BOITIER DE CIRCUIT INTEGRE**

- [0001] Des modes de mise en œuvre et de réalisation concernent le domaine de la microélectronique, notamment le domaine du conditionnement (« packaging » en anglais) des circuits intégrés, et plus particulièrement les dissipateurs thermiques dans des boîtiers d'encapsulation.
- [0002] Les dissipateurs thermiques permettent de dissiper la chaleur produite par la puce d'un circuit intégré lors de son fonctionnement vers l'extérieur du boîtier. En particulier, le dissipateur est collé sur la puce avec un matériau thermiquement conducteur permettant de transférer la chaleur de la puce vers le dissipateur thermique.
- [0003] Néanmoins, les dissipateurs thermiques classiques sont sujets à des contraintes mécaniques tout au long de la vie du boîtier, notamment lors de la fabrication du boîtier et du fonctionnement de la puce électronique. En effet, la chaleur produite par les étapes de recuit lors de la fabrication du boîtier, ou par la puce électronique, entraîne des dilatations du dissipateur thermique et de la puce. Cela étant, le dissipateur thermique et la puce sont constitués de matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents, et cette différence engendre des contraintes mécaniques pouvant causer des délaminations (décollements) à l'interface entre le dissipateur et la puce. Les délaminations peuvent résulter à la présence d'une couche d'air, très peu conductrice thermiquement, dégradant grandement la dissipation de la chaleur.
- [0004] Par conséquent, le décollement du dissipateur thermique ne permet plus au dissipateur d'assurer sa fonction d'évacuation de chaleur et peut provoquer une dégradation des performances thermiques du boîtier. Le circuit intégré peut donc subir des surchauffes et devenir inutilisable.
- [0005] Il existe un besoin de renforcer la tenue mécanique du dissipateur pour éviter ces phénomènes de décollements, et pour éviter une dégradation des performances thermiques du boîtier de circuit intégré.
- [0006] Selon un aspect, il est proposé un circuit intégré comprenant au moins une puce électronique possédant une face recouverte d'une couche d'un matériau d'interface thermique, un dissipateur thermique comprenant une zone de montage fixée à la puce par l'intermédiaire de la couche de matériau d'interface thermique.
- [0007] Le dissipateur thermique comprend des entailles ouvertes s'étendant dans la zone de montage de façon à former des ailettes séparées les unes des autres par les entailles.
- [0008] Les ailettes formées dans la zone de montage du dissipateur thermique présentent l'avantage de réduire les contraintes mécaniques, notamment les contraintes subies par

le dissipateur au niveau des coins de la puce électronique. En effet, chaque ailette est séparée des ailettes voisines par les entailles qui empêchent les contraintes de se transmettre entre les ailettes. Par exemple, une ailette se dilatant lors d'un cycle thermique du boîtier n'engendre pas ou peu de contrainte sur la partie de la puce située en regard des autres ailettes.

- [0009] Par conséquent, le dissipateur thermique selon cet aspect subit peu de contraintes mécaniques et présente un risque réduit de délamination, notamment au niveau des coins de la puce sur laquelle il est fixé.
- [0010] Selon un mode de réalisation, les entailles comportent des entailles radiales s'étendant entre une région centrale de la zone de montage et une région périphérique du dissipateur thermique et des entailles périphériques s'étendant dans la circonférence entre la zone de montage et la région périphérique.
- [0011] Les entailles radiales permettent d'espacer les ailettes de façon à limiter les contraintes de dilatation transmises entre elles dans la zone de montage du dissipateur thermique. Les entailles périphériques permettent d'espacer chaque ailette de la région périphérique de façon à limiter les contraintes transmises aux ailettes par la région périphérique du dissipateur thermique.
- [0012] En fait, les entailles ouvertes dans le dissipateur thermique sont avantageusement agencées de sorte que lesdites ailettes aient chacune des degrés de liberté vis-à-vis des autres ailettes, suffisamment grand pour absorber les différences de dilatations thermiques subies par le dissipateur et par la puce.
- [0013] Selon un mode de réalisation, les ailettes sont reliées à la région centrale de la zone de montage et à la région périphérique par des languettes de liaison situées dans la largeur des entailles périphériques.
- [0014] Les ailettes sont donc soutenues d'une part par la région périphérique par l'intermédiaire des languettes de liaison et d'autre part entre elles, par la région centrale de la zone de montage.
- [0015] Les languettes sont en outre avantageusement configurées pour tolérer une déformation plastique apte à offrir les degrés de libertés des ailettes vis-à-vis des autres ailettes, tels que mentionnés précédemment.
- [0016] Selon un mode de réalisation, la zone de montage comprend une surface au moins partiellement striée comportant des rainures et étant en contact avec la couche de matériau d'interface thermique.
- [0017] La zone de montage peut prévoir des rainures permettant de déformer la couche de matériau d'interface thermique pour augmenter la surface d'accroche et de réduire la délamination entre la zone de montage du dissipateur et la couche de matériau d'interface thermique tout en permettant l'évacuation de la chaleur du boîtier.
- [0018] Selon un mode de réalisation, lesdites rainures sont agencées en cercles

concentriques.

[0019] L'agencement des rainures en cercles concentriques permet de faciliter l'accroche de la zone de montage sur la puce électronique et de limiter la délamination sur toute la surface de la zone de montage suivant le sens des contraintes en dilatation.

[0020] Selon un mode de réalisation, la profondeur des rainures est comprise entre 50 et 300µm.

[0021] La surface de la zone de montage fixée à la puce électronique peut comprendre des rainures microscopiques ou macroscopiques pour limiter la propagation de la délamination sur cette surface. Les rainures permettent notamment de ralentir plus ou moins la propagation de la délamination selon leur profondeur.

[0022] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée de modes de réalisation et de mise en œuvre, nullement limitatifs, et des dessins annexés sur lesquels :

[0023] [Fig.1],

[0024] [Fig.2],

[0025] [Fig.3] et

[0026] [Fig.4] illustrent schématiquement des modes de réalisation de l'invention.

[0027] La [Fig.1] illustre schématiquement une vue en coupe d'un mode de réalisation d'un boîtier pour un circuit intégré 1. Le boîtier encapsule le circuit intégré 1 qui comprend une puce électronique 2 montée sur un substrat support 3.

[0028] La puce électronique 2 possède une face supérieure 21 fixée sur une face de montage 31 du substrat support 3. La face supérieure 21 de la puce 2 peut être munie de billes de connexion 4 par exemple, dans un montage de type « puce retournée » (connu sous le terme anglosaxon « flip-chip »). Les billes de connexion 4 peuvent être noyées dans un matériau de remplissage appelé « underfill » en anglais et permettent de connecter électriquement la puce électronique 2 au substrat 3.

[0029] La puce électronique 2 comprend également une face inférieure 22 recouverte d'une couche de matériau d'interface thermique 6. Le matériau d'interface thermique 6 (usuellement désigné par l'acronyme « TIM » pour « Thermal Interface Material » en anglais) est un matériau ayant des propriétés de conduction thermique adaptées pour la dissipation de la chaleur de la puce, et des propriétés de liaison mécanique par collage adaptées pour la solidarisation des éléments assemblés dans le boîtier (c'est-à-dire le collage de la puce 2 au dissipateur thermique 7).

[0030] Le circuit intégré 1 comprend en outre un dissipateur thermique 7 qui est typiquement en métal ayant un coefficient de conduction thermique suffisamment grand, par exemple le cuivre. Le dissipateur thermique 7 comprend une zone de montage 71 et une région périphérique 72. La zone de montage 71 possède une face supérieure 700 et une face inférieure 701. La face inférieure 701 de la zone de montage 71 est fixée à

la puce 2 par l'intermédiaire de la couche de matériau d'interface thermique 6.

- [0031] La zone de montage 71 du dissipateur 7 permet d'évacuer la chaleur provenant de la puce électronique 2 par l'intermédiaire de la couche de matériau d'interface thermique 6 vers l'extérieur du boîtier de circuit intégré 1.
- [0032] La région périphérique 72 du dissipateur 7 est fixée sur le substrat support 3 par l'intermédiaire d'une couche d'un matériau adhésif 8, par exemple de la colle. La région périphérique 72 a une forme de collerette, et s'étend verticalement depuis la zone de montage 71 vers le substrat support 3, et peut également s'étendre de manière oblique comme cela est représenté sur la [Fig.1].
- [0033] La [Fig.2] illustre schématiquement une vue de dessus du dissipateur thermique du circuit intégré 1 décrit précédemment en relation avec la [Fig.1].
- [0034] Le dissipateur thermique 7 comprend des entailles ouvertes 73 traversant toute l'épaisseur du dissipateur 7. Les entailles ouvertes 73 s'étendent dans la zone de montage 71 de façon à former des ailettes, par exemple quatre ailettes 711, 712, 713, 714 dans la zone de montage 71. Les ailettes 711, 712, 713, 714 sont séparées les unes des autres par les entailles ouvertes 73 qui délimitent le contour de chacune des ailettes.
- [0035] Les ailettes 711, 712, 713, 714 formées dans la zone de montage 71 du dissipateur thermique 7 présentent l'avantage de réduire les contraintes mécaniques, notamment au niveau des coins de la puce électronique 2. Plus particulièrement, les contraintes en dilatation sont fortement réduites en bordure de la puce 2 ce qui permet d'éviter un décollement du matériau d'interface thermique 6 et, par la même occasion, du dissipateur thermique 7, notamment aux endroits où le risque de décollement est le plus élevé.
- [0036] Chaque ailette est séparée des ailettes voisines par les entailles ouvertes 73 qui empêchent les contraintes de se transmettre entre les ailettes 711, 712, 713, 714. Par exemple, l'ailette 711 peut se dilater lorsque le dissipateur 7 est exposé à des températures élevées, puis à un refroidissement à température ambiante, notamment lors des recuits. Puisque les ailettes 711, 712, 713, 714 sont séparées les unes des autres, la dilatation de l'ailette 711 n'entraîne pas de contrainte mécanique dans autres ailettes, notamment des ailettes les plus proches 712 et 714.
- [0037] Par conséquent, le dissipateur thermique 7 selon cet aspect subit peu de contraintes mécaniques et le matériau d'interface thermique 6 selon ce même aspect présente un risque réduit de délamination, notamment au niveau des coins de la puce 2 sur laquelle est fixée la zone de montage 71
- [0038] Par exemple, les entailles ouvertes 73 comportent des entailles radiales 730 et des entailles périphériques 731 et 732. Les entailles radiales 730 s'étendent entre une région centrale 710 de la zone de montage 71 et la région périphérique 72. Les entailles radiales 730 permettent d'espacer les ailettes 711, 712, 713, 714 de façon à limiter les

contraintes de dilatation transmises entre elles dans la zone de montage 71. Les entailles radiales 730 peuvent avoir une largeur comprise entre 500 et 2000  $\mu\text{m}$ .

- [0039] Les entailles périphériques 731 et 732 s'étendent dans la circonférence de la zone de montage 71, entre la zone de montage 71 et la région périphérique 72 du dissipateur thermique 7. Les entailles périphériques 731 et 732 permettent d'espacer chaque ailette de la région périphérique 72 de façon à limiter les transmissions de contraintes entre ailettes 711, 712, 713, 714 via la région périphérique 72. Les entailles périphériques 731 et 732 peuvent avoir une largeur comprise entre 500 et 2000  $\mu\text{m}$ .
- [0040] Les ailettes 711, 712, 713, 714 sont reliées ensemble par la région centrale 710 de la zone de montage 71 et à la région périphérique 72 par des languettes de liaison 74. Par exemple, chaque ailette est reliée localement à la région périphérique 72 par une languette de liaison 74.
- [0041] Les ailettes 711, 712, 713, 714 sont donc soutenues d'une part par la région périphérique 72 par l'intermédiaire des languettes de liaison 74 et d'autre part entre elles par la région centrale 710 de la zone de montage 71.
- [0042] Les languettes de liaison 74 et la région centrale 710 sont configurées pour permettre une déformation plastique des ailettes respectives 711, 712, 713, 714 permettant de limiter la transmission de contraintes mécaniques d'une ailette à une autre. En particulier, l'épaisseur de métal du dissipateur thermique peut être réduite au niveau des languettes 74 à cet égard (les languettes à épaisseur réduite 74 étant représentées dans les plans de coupes des figures 1 et 4).
- [0043] A titre d'exemple, les contraintes mécaniques ont été simulées par ordinateur sur le dissipateur thermique 7 tel que décrit en relation avec la [Fig.2], notamment sur la face de montage 71 fixée sur la puce 2, et comparées à des résultats de simulations obtenus pour des contraintes subies par un dissipateur classique ne présentant ni entailles, ni ailettes, et dans les mêmes conditions, c'est-à-dire avec les mêmes dimensions, les mêmes matériaux et selon les mêmes causes de contraintes mécaniques (recuits, variations de température). La zone de montage 71 du dissipateur thermique 7 présente une contrainte mécanique maximale simulée par ordinateur à 17,9 MPa (méga Pascal) et celle du dissipateur thermique classique présente une contrainte mécanique maximale simulée par ordinateur à 23,2 MPa.
- [0044] La [Fig.3] illustre schématiquement une vue du dessous du dissipateur thermique du boîtier 1 décrit précédemment en relation avec les figures 1 et 2.
- [0045] La zone de montage 71 comprend une surface au moins partiellement striée 75. La surface au moins partiellement striée 75 est en contact avec la couche de matériau d'interface thermique 6 recouvrant la puce électronique 2.
- [0046] En effet, la surface de la face inférieure 701 de la zone de montage 71 peut prévoir des rainures permettant de déformer la couche de matériau d'interface thermique 6. En

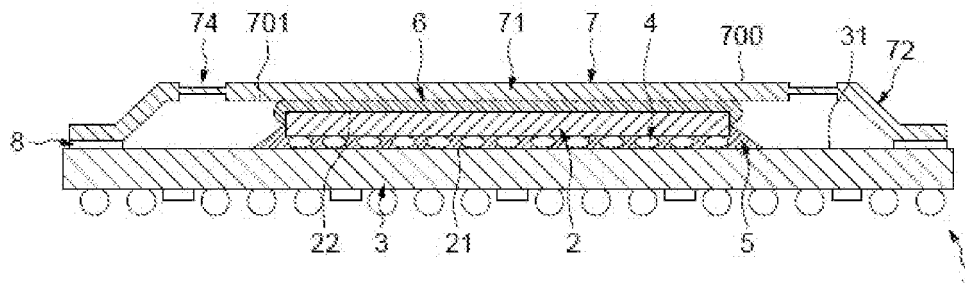
particulier, chaque rainure présente une profondeur dans laquelle le matériau d'interface thermique 6 peut s'engouffrer et permet de former une surface d'accroche rugueuse. La surface au moins partiellement striée 75 permet donc de réduire la délamination entre la zone de montage 71 et la couche de matériau d'interface thermique 6. De la même façon, le matériau d'interface thermique 6 peut également s'engouffrer dans les entailles 730 et remonter jusqu'à mi-hauteur des entailles 730. Cela permet d'améliorer l'adhésion du matériau d'interface thermique 6 sur le dissipateur thermique 7.

- [0047] En outre, les rainures de la surface au moins partiellement striée 75 sont avantageusement agencées en cercles concentriques. L'agencement des rainures en cercles concentriques permet de faciliter l'accroche de la zone de montage 71 sur la puce électronique 2 et de limiter la propagation de la délamination sur toute la surface de la zone de montage 71 suivant le sens des contraintes en dilatation, c'est-à-dire de la région centrale 710 vers la région périphérique 72 du dissipateur 7. Les cercles concentriques peuvent être espacés entre eux d'une distance comprise entre 1 et 3 mm.
- [0048] Ainsi, les contraintes mécaniques sont non-seulement réduites sur la zone de montage 71 mais en outre la résistance à la délamination de l'assemblage est plus grande.
- [0049] La [Fig.4] illustre schématiquement une vue en coupe du dissipateur thermique 7 décrit précédemment en relation avec les figures 1, 2 et 3, selon l'axe I-I des figures 2 et 3.
- [0050] La profondeur des rainures est comprise entre 50 et 300  $\mu\text{m}$ . La surface au moins partiellement striée 75 de la zone de montage 71 peut comprendre notamment des rainures microscopiques ou macroscopiques pour limiter la propagation de la délamination dans la zone de montage 71. Les rainures macroscopiques peuvent correspondre à des rainures ayant une profondeur supérieure à 500  $\mu\text{m}$  et les rainures microscopiques peuvent correspondre à des rainures ayant une profondeur inférieure à 50  $\mu\text{m}$ . Les rainures microscopiques et macroscopiques augmentent la rugosité de la surface au moins partiellement striée 75 par leur forme particulière mais permettent également de rallonger le chemin parcouru en surface par les délaminations. En effet, les délaminations parviennent plus difficilement à franchir une rainure qu'une surface plane de la zone de montage 71 par laquelle la propagation est directe. Les rainures macroscopiques peuvent ralentir plus efficacement la propagation des délaminations mais peuvent être plus contraignantes à former que les rainures microscopiques qui peuvent être plus nombreuses sur un même espace de la zone de montage 71.

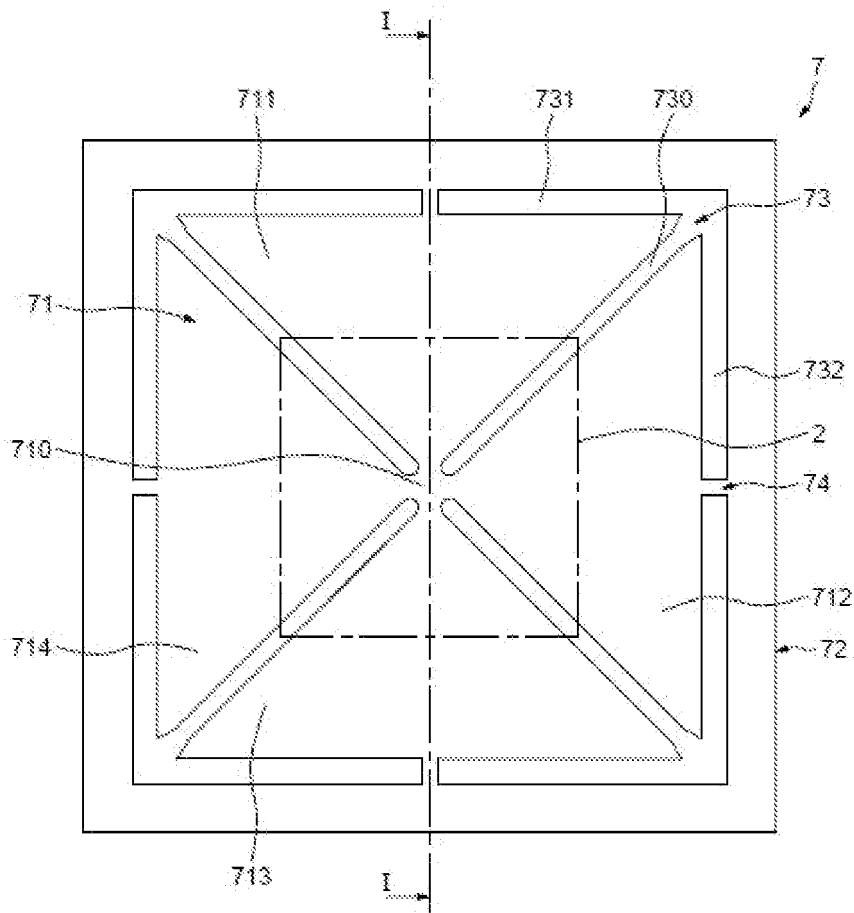
## Revendications

- [Revendication 1] Circuit intégré (1) comprenant :
- au moins une puce électronique (2) possédant une face (22) recouverte d'une couche d'un matériau d'interface thermique (6),
  - un dissipateur thermique (7) comprenant une zone de montage (71) fixée à la puce (2) par l'intermédiaire de la couche de matériau d'interface thermique (6), le dissipateur thermique (7) comprenant des entailles ouvertes (73) s'étendant dans la zone de montage (71) de façon à former des ailettes (711, 712, 713, 714) séparées les unes des autres par les entailles (73).
- [Revendication 2] Circuit selon la revendication 1, dans lequel les entailles (73) comportent des entailles radiales (730) s'étendant entre une région centrale (710) de la zone de montage (71) et une région périphérique (72) du dissipateur thermique (7) et des entailles périphériques (731, 732) s'étendant dans la circonférence entre la zone de montage (71) et la région périphérique (72).
- [Revendication 3] Circuit selon la revendication 2, dans lequel les ailettes (711, 712, 713, 714) sont reliées à la région centrale (710) de la zone de montage (71) et à la région périphérique (72) par des languettes de liaison (74) situées dans la largeur des entailles périphériques (731, 732).
- [Revendication 4] Circuit selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la zone de montage (71) comprend une surface au moins partiellement striée (75) comportant des rainures et étant en contact avec la couche de matériau d'interface thermique (6).
- [Revendication 5] Circuit selon la revendication 4, dans lequel lesdites rainures sont agencées en cercles concentriques.
- [Revendication 6] Circuit selon l'une des revendications 4 et 5, dans lequel la profondeur des rainures est comprise entre 50 et 300  $\mu\text{m}$ .

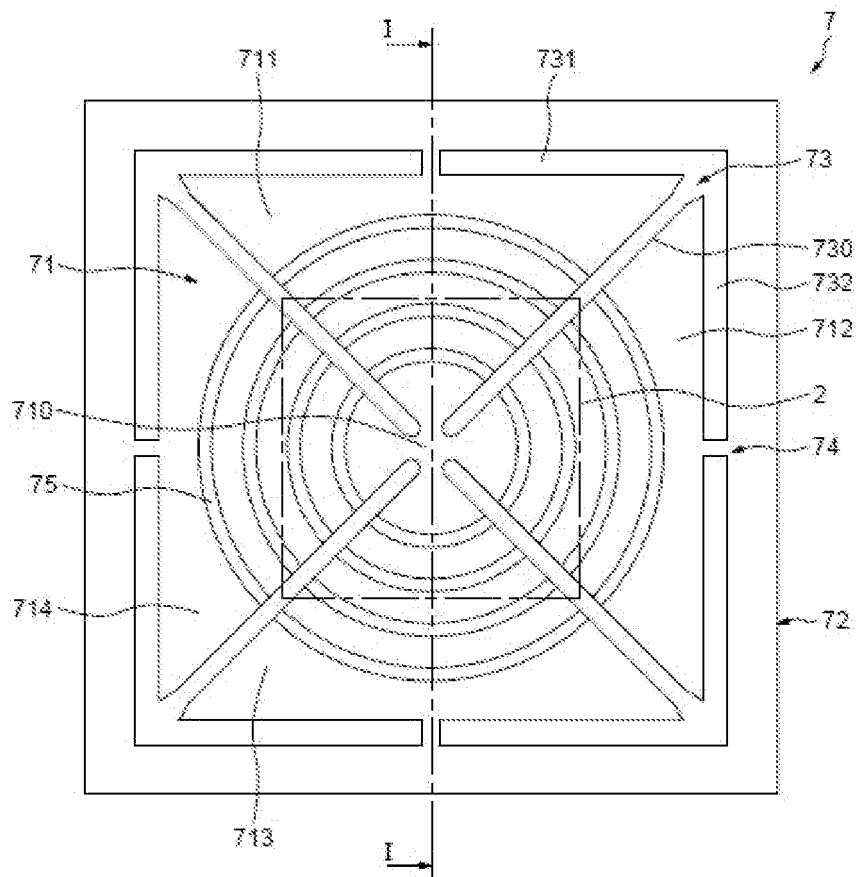
[Fig. 1]



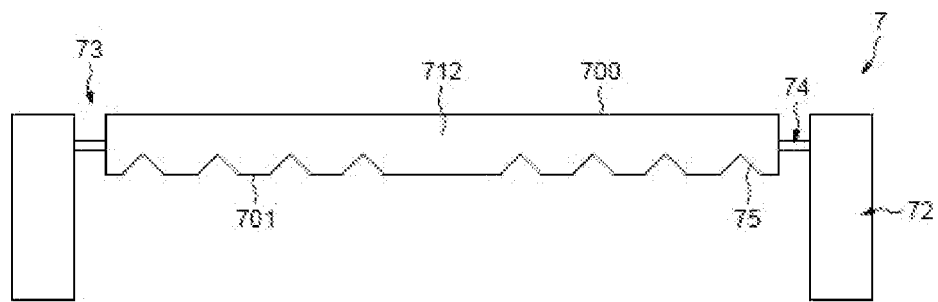
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

**FA 909928**  
**FR 2209121**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2006/027914 A1 (BISH JACK [US] ET AL) 9 février 2006 (2006-02-09)	1	H01L23/367
A	* alinéas [0027], [0028]; figures 1, 2 * -----	3	
A	US 2020/395269 A1 (DUBEY MANISH [US] ET AL) 17 décembre 2020 (2020-12-17) * figure 1 *	1, 2, 4	
A	US 2005/051893 A1 (KUO YIAN-LIANG [TW] ET AL) 10 mars 2005 (2005-03-10) * figures 1, 3D, 3E * -----	1, 2, 4, 5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 avril 2023		Gélébart, Jacques	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2209121 FA 909928**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **27-04-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 2006027914 A1</b>	<b>09-02-2006</b>	<b>CN 1799141 A</b>	<b>05-07-2006</b>
		<b>EP 1629532 A2</b>	<b>01-03-2006</b>
		<b>JP 2006528846 A</b>	<b>21-12-2006</b>
		<b>KR 20060004996 A</b>	<b>16-01-2006</b>
		<b>TW 200509334 A</b>	<b>01-03-2005</b>
		<b>US 2004238944 A1</b>	<b>02-12-2004</b>
		<b>US 2006027914 A1</b>	<b>09-02-2006</b>
		<b>US 2007152323 A1</b>	<b>05-07-2007</b>
		<b>WO 2004109759 A2</b>	<b>16-12-2004</b>
-----			
<b>US 2020395269 A1</b>	<b>17-12-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
-----			
<b>US 2005051893 A1</b>	<b>10-03-2005</b>	<b>CN 1591806 A</b>	<b>09-03-2005</b>
		<b>TW I251318 B</b>	<b>11-03-2006</b>
		<b>US 2005051893 A1</b>	<b>10-03-2005</b>
-----			