

(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
22 mai 2025 (22.05.2025)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/104403 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 21/56 (2006.01) H01L 23/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2024/051503

(22) Date de dépôt international :
14 novembre 2024 (14.11.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2312557 16 novembre 2023 (16.11.2023) FR

(71) Déposants : SAFRAN [FR/FR] ; 2 Boulevard du Général
Martial VALIN, 75724 PARIS (FR). SAFRAN ELECTRI-
CAL & POWER [FR/FR] ; Parc d'Activité Andromède 1,

rue Louis Blériot CS 80049, 31702 BLAGNAC CEDEX
(FR).

(72) Inventeurs : TRAN, Son-Ha ; Safran c/o Centre d'Excel-
lence Propriété Intellectuelle Rond-point René Ravaud, Ré-
au, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). YOUSSEF, To-
ni ; Safran c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle
Rond-point René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRA-
MAYEL (FR).

(74) Mandataire : ERNEST GUTMANN ; YVES PLASSE-
RAUD S.A.S., Chez Plasseraud IP, 104 rue de Richelieu
CS92104, 75080 PARIS CEDEX 02 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: ELECTRONIC POWER MODULE

(54) Titre : MODULE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

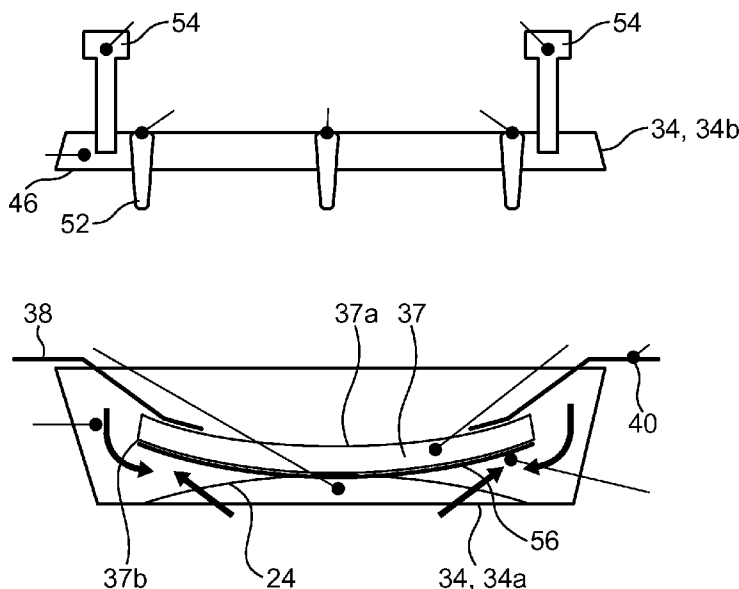


FIG. 5

(57) Abstract: The present invention relates to a method for manufacturing an electronic power module, comprising a step of applying a protective layer to a face of a substrate opposite the face carrying electronic power components, arranging the substrate in a mould so that the protective layer is applied to the bottom of the mould, and then injecting resin.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un module électronique de puissance comprenant une étape d'application d'une couche de protection sur une face d'un substrat opposée à celle portant des composants électroniques de puissance et à disposer le substrat dans un moule de manière à ce que la couche de protection soit appliquée sur le fond du moule puis à injecter de la résine.

[Suite sur la page suivante]

HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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, ME, 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))

Description

Titre : MODULE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Domaine technique

[0001] La présente divulgation relève du domaine des modules électroniques de puissance pour la conversion d'énergie électrique. De tels modules sont notamment destinés à l'alimentation en puissance d'un équipement électrique, en particulier dans le domaine de l'aéronautique.

Technique antérieure

[0002] De manière générale, un module électronique de puissance comprend des composants électroniques de puissance qui permettent d'alimenter en énergie un équipement électrique à partir d'un réseau électrique, notamment par l'intermédiaire de conducteurs électriques sous la forme de bus. D'un point de vue structurel, un module électronique de puissance 10 (figure 1) comporte classiquement un substrat 12 et des composants électroniques de puissance 14 montés sur une première face 12a du substrat et des pistes de connexion électrique des composants électroniques de puissance 14 aux connecteurs électriques 16, 18. Le tout est classiquement encapsulé dans un boîtier et noyé dans un matériau d'encapsulation, tel que de la résine époxy 19.

[0003] La figure 1A illustre un module électronique de puissance 10 sans la résine 19 tandis que la résine 19 entourant les composants électroniques de puissance est représentée sur les figures 1B et 2. Sur la figure 2, on observe le module électronique de puissance avec encapsulation tel qu'obtenu après moulage. Ce module comprend des conducteurs électriques 16, 18 comportant des connecteurs de puissance 16 et des connecteurs de signal 18. Les connecteurs électriques métalliques sont reliés les uns aux autres par un cadre métallique 20, les connecteurs 16, 18 et le cadre 20 étant réalisés dans un même matériau. Classiquement, le substrat 12 comprend plusieurs couches successives, une couche inférieure de cuivre ou d'aluminium servant de support mécanique, une couche de céramique servant d'isolant électrique et une couche supérieure de cuivre ou d'aluminium permettant la formation des pistes de connexion électrique pour la liaison aux connecteurs de signal 18, cette couche de métal supérieure permettant également la liaison électrique aux connecteurs de puissance 16.

[0004] Le substrat équipé des composants électroniques et illustré en figure 1B est ensuite nettoyé par plasma avant d'être placé dans un moule (figure 3) et préchauffé pour améliorer l'adhérence entre une résine thermodurcissable qui va être utilisée pendant l'encapsulation par moulage par transfert, et le substrat. Comme représenté en figure 3, le moule comprend une partie inférieure 22 et une partie supérieure 24. Plus précisément, la partie inférieure 22 forme un bac de réception du module 10. On observe que les connecteurs électriques 16, 18 s'étendent à l'extérieur du moule et au-delà du plan de jonction des parties inférieure 22 et supérieure 24. La paroi de fond 26 de la partie inférieure 22 du moule comprend une paroi convexe 28 destinée à recevoir la seconde face du substrat 12b, c'est-à-dire celle opposée à la première face 12a. La partie supérieure 24 du moule est appliquée sur le bord périphérique supérieure de la partie inférieure 22 du moule de manière à

former un plan de joint étanche au niveau duquel sont serrés les connecteurs de puissance 16 et les connecteurs de signal 18.

5 [0005] On observe que la partie supérieure 24 du moule comprend des broches d'appui 30 permettant de réaliser un appui du substrat 12 équipé des composants électroniques sur la paroi convexe 28 de la partie inférieure 22 du moule. L'ajout d'une cambrure est nécessaire pour contrer la cambrure du substrat 12 consécutive à la fabrication même de celui-ci. La paroi convexe présente une amplitude d'environ 200-250 μm afin d'obtenir une cambrure finale souhaitée d'amplitude inférieure à 100 μm pour le substrat.

10 [0006] Malgré la présence de broches d'appui 30 et de la paroi d'appui convexe 28, on observe que des cavités d'air peuvent être présentes entre le substrat 12 et la paroi convexe 28. Ces cavités sont principalement dues à la variabilité de cambrure en amplitude et de forme entre les substrats. Il s'ensuit que la forme prédéterminée de la paroi convexe ne convient pas à tous les substrats.

15 [0007] Sous l'effet de la pression et de la température, la résine injectée dans le moule peut pénétrer sous le substrat et venir remplir les cavités d'air. Cela conduit à la formation de zones de bavure 32 qui peuvent être observées sur la figure 4. Ces zones de bavures peuvent avoir une largeur d'environ 2,4 mm pour un substrat de dimensions d'environ 63,5 mm x 35,6 mm.

[0008] Pour éliminer ces bavures de résine, on a recours à un procédé d'ébavurage. Les procédés d'ébavurage conventionnels utilisent généralement des produits chimiques, de l'eau ou des solides durs immergés dans l'eau comme agents.

20 [0009] Dans le cas du traitement chimique, des produits chimiques fortement acides ou alcalins sont utilisés pour attaquer l'interface entre l'époxy et la surface du substrat. Ce procédé peut conduire à dégrader la surface du substrat si ces paramètres ne sont pas bien maîtrisés. Après une durée de réaction chimique suffisante, un rinçage à l'eau et un jet d'eau peuvent être utilisés pour détacher les bavures de la surface du substrat. On comprend bien que l'utilisation des produits chimiques
25 n'est pas optimale d'un point de vue environnementale du fait de l'utilisation même de produits chimiques mais également de la consommation d'eau associée.

[0010] Dans le cas d'un traitement de sablage abrasif, des billes de verre ou de cristal mélangées avec de l'eau peuvent également être utilisées pour le sablage de la surface supérieure des bavures. Cependant, ce procédé peut entraîner des défauts de surface (bosses ou micro-fissures) et une
30 cambrure supplémentaire du module de puissance qui peuvent affecter sa performance et sa fiabilité.

[0011] Les procédés d'ébavurage sont donc très délicats et également coûteux. Il est donc souhaitable de disposer d'une alternative plus simple à mettre en œuvre, moins polluante et permettant de garantir l'intégrité du substrat tout en évitant la formation de bavures de résine sur le substrat, c'est-à-dire sur la face opposée à celle portant les composants électroniques de puissance.

35 **Résumé**

[0012] La présente divulgation concerne un procédé de fabrication comprenant :

- a) Obtenir un substrat comportant une première face sur laquelle sont disposés des composants électroniques et une seconde face opposée libre,
- b) Obtenir un moule d'injection d'une résine thermodurcissable comprenant une partie supérieure et une partie inférieure, une paroi convexe étant formée sur une paroi de fond de la partie inférieure du moule,
- c) Former une couche de protection sur la seconde face du substrat, cette couche étant apte à conserver sa structure mécanique originelle jusqu'à une température d'au moins 200°C,
- d) Disposer le substrat obtenu à l'issue de l'étape c) de manière à ce que la couche de protection vienne en contact avec la paroi convexe de la partie inférieure du moule,
- e) Refermer le moule en disposant la partie supérieure du moule sur la partie inférieure du moule,
- f) Injecter de la résine sous pression à l'intérieur du moule de manière à recouvrir les composants électroniques.

[0013] Selon l'invention, une couche de protection est formée sur la seconde face substrat ce qui empêche que la résine vienne en contact avec la seconde face du substrat. Cette couche de protection possède une certaine souplesse lui permettant d'être écrasé sans se disloquer, permettant ainsi d'avoir un contact parfait avec la paroi convexe de la partie inférieure du moule. De cette manière, aucune cavité d'air n'est formée entre le substrat et la surface convexe ce qui évite l'introduction de résine. Il est ainsi possible de se passer de l'étape d'ébavurage chimique ou mécanique, ce qui rend le procédé de fabrication d'un module de puissance plus simple, plus rapide, moins coûteux et plus respectueux de l'environnement. Dit autrement, l'étape d) comprend la conformation à la forme de la paroi convexe. On comprend que l'étape d) consiste donc à conformer le substrat portant la couche de protection de manière à ce que l'intégralité de la couche de protection soit en contact avec la paroi convexe, ce qui évite la formation de cavité d'air et donc l'introduction de résine.

[0014] La couche de protection peut présenter un module Young compris entre 0,5 et 2GPa. Cette gamme de valeur permet une bonne tenue mécanique de la couche de protection car elle réalise un bon compromis entre souplesse et résistant à la dislocation, permettant ainsi de protéger la face arrière du substrat contre le débordement de l'époxy.

[0015] Selon une autre caractéristique de l'invention, la couche de protection peut recouvrir l'intégralité de la seconde surface du substrat.

[0016] Le bord périphérique de la couche de protection peut être appliqué sur un bord périphérique de la seconde face du substrat.

[0017] La couche de protection peut présenter une épaisseur inférieure ou égale à 100 µm, de préférence comprise entre 50 et 100 µm.

[0018] La couche de protection peut comprendre un film adhésif permettant son maintien sur la seconde face du substrat.

[0019] La résine peut être thermodurcissable et est choisie parmi une résine époxy, une résine polyimide (PI) tel que du Kapton®, du polyamide tel que du Nomex® paper (type 410) ou encore du polytétrafluoroéthylène tel que du Teflon®.

[0020] Après injection de la résine, on peut réaliser les étapes suivantes :

- 5 - la partie supérieure du moule est retirée,
- la couche de protection est ensuite retirée de la seconde face du substrat.

[0021]

- [0022] Une opération de nettoyage de la seconde face du substrat peut aussi être réalisée après retrait de la couche de protection. Cette opération permet de retirer les éventuels résidus, notamment
10 d'adhésif lorsque la couche de protection comprend un film adhésif. Un contrôle visuel de la seconde face du substrat peut également être réalisé.

Brève description des dessins

[0023] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

- 15 [0024] [Fig. 1] illustre un module de puissance selon la technique connue et comportant un substrat portant des composants électroniques, la partie supérieure A illustrant le module de puissance avec encapsulation et la partie inférieure B illustrant le même module de puissance sans encapsulation ;

[0025] [Fig. 2] illustre un module de puissance après injection de résine ;

- [0026] [Fig. 3] illustre le débordement de la résine époxy sur la face du substrat opposée à celle
20 portant les composants électroniques ;

[0027] [Fig. 4] illustre schématiquement le dispositif d'injection de résine époxy selon la technique antérieure ;

[0028] [Fig. 5] et [Fig. 6] illustrent schématiquement le procédé de fabrication d'un module de puissance selon l'invention.

25 Description des modes de réalisation

[0029] On se réfère maintenant aux figures 5 et 6 qui représentent un moule 34 d'injection de résine selon la présente divulgation. En figure 5, le moule 34 est à l'état ouvert avant injection de résine et en figure 6, le moule 34 est à l'état ouvert après injection de résine 36.

- [0030] Le moule 34 comprend une partie inférieure 34a et une partie supérieure 34b et est destiné
30 à recevoir le substrat 37 équipé des composants électroniques et des connecteurs électriques de puissance 38 et de signal 40. Le substrat 37 comprend une première face 37a portant les composants électroniques de puissance et une seconde face opposée 37b.

- [0031] La partie inférieure 34a du moule 34 comprend une paroi de fond 42 et une paroi latérale 44 reliée à un bord périphérique de la paroi de fond 42. La paroi latérale 44 comprend un bord
35 périphérique supérieur 44a destiné à recevoir un bord périphérique inférieur 46 de la partie

supérieure 34b du moule 34. La partie supérieure 34b du moule 34 se présente comme un couvercle destiné à obturer l'ouverture supérieure de la partie inférieure 34a du moule 34.

[0032] La partie inférieure 34a du moule 34 comprend un bossage 48 présentant une paroi supérieure convexe 50 orientée vers l'ouverture de la partie inférieure 34a du moule 34. Ce bossage 48 présente une dimension en largeur et longueur telle que le substrat 37 viendra s'appliquer intégralement sur la paroi convexe 50. En pratique, on observe que la surface de la paroi convexe 50 est sensiblement égale à la seconde surface 37b du substrat 37.

[0033] La partie supérieure 34b du moule 34 comprend des broches d'appui 52 permettant de réaliser un appui sur la première face 37a du substrat 37 et ainsi contraindre le substrat 37 suivant la forme de la paroi convexe 50 de la paroi de fond 42 de la partie inférieure 34a du moule 34. Ces broches 52 sont positionnées sur la partie supérieure 34b du moule 34 de manière à venir en appui directement sur le substrat 37 et non sur les composants électroniques de puissance. Ces broches 52 s'étendent en saillie par rapport à la partie supérieure 34a du moule 34. La partie supérieure 34b du moule 34 comprend également des éjecteurs 54 permettant de réaliser une poussée sur la résine durcie après injection et durcissement de la résine.

[0034] Le procédé de fabrication d'un module électronique de puissance selon l'invention se déroule de la manière suivante :

- a) Obtenir un substrat 37 comportant une première face 37a sur laquelle sont disposés des composants électroniques et une seconde face 37b opposée libre,
- b) Obtenir un moule 34 d'injection d'une résine thermodurcissable comprenant une partie supérieure 34b et une partie inférieure 34a, une paroi convexe 50 étant formée sur une paroi de fond 42 de la partie inférieure 34a du moule 34,
- c) Former une couche de protection 56 sur la seconde face du substrat 37, cette couche 56 étant apte à conserver sa structure mécanique originelle jusqu'à une température d'au moins 200°C,
- d) Disposer le substrat 37 obtenu à l'issue de l'étape c) de manière à ce que la couche de protection 56 vienne en contact avec la paroi convexe de la partie inférieure du moule,
- e) Refermer le moule 34 en disposant la première partie 34b du moule sur la seconde partie,
- f) Injecter de la résine 36 sous pression à l'intérieur du moule 34 de manière à recouvrir les composants électroniques.

[0035] A la différence de la technique antérieure, on vient disposer une couche 56 d'un matériau résistant aux températures à laquelle est soumise la résine qui peut être de l'époxy. La couche peut être du téflon ADEZIF TE205. La couche de matériau de protection pourrait être un polyimide (PI) tel que du Kapton®, du polyamide tel que du Nomex® paper (type 410) ou encore du Polytetrafluoroethylene tel que du Teflon® en particulier du Téflon® ADEZIF TE205.

[0036] En pratique, la couche 56 devrait avoir une épaisseur inférieure à 100µm et de préférence comprise entre 50 et 100 µm.

- [0037]** La couche de protection 56 peut être électriquement isolante afin de ne pas avoir des résidus à la fin du procédé qui peuvent être source de décharge partielle dans le module et source de court-circuit. Cette couche 56 peut être appliquée sur la seconde face 37b du substrat 37 par collage. A cette fin, elle pourra ainsi comprendre un film adhésif. Elle doit avoir une tenue mécanique lui
- 5 permettant de résister à la force d'appui réalisée par les broches 52. Par ailleurs, la couche de protection 56 peut être maintenue en contact avec le bossage 48, et en particulier avec la paroi convexe 50, au moyen des broches 52, assurant une étanchéité entre le bossage 48, et en particulier la paroi convexe 50 du moule 34, et le substrat 37.
- [0038]** Après injection de la résine 36, la partie supérieure 34b du moule 34 est retirée à l'aide des
- 10 éjecteurs 54. La couche 56 est ensuite retirée de la seconde face 37b du substrat 37. La couche 56 peut s'enlever facilement après le moulage, l'adhérence entre la couche 56 et le substrat 37 étant déterminée pour assurer une étanchéité avec le bossage 48 après la descente de la partie supérieure 34b du moule. Un nettoyage est également réalisé pour retirer les éventuels résidus de colle et un contrôle visuel de la seconde face 37b du substrat 37 est réalisé.
- 15 **[0039]** A l'issue de ces étapes, le substrat 37 encapsulé dans de la résine 36 est ainsi obtenu, ce substrat étant dépourvu d'inclusion de résine 36 sur la seconde face de celui-ci. On évite ainsi les opérations longues et compliquées d'ébavurage mécanique ou chimique.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de fabrication d'un module électronique de puissance comprenant :

- a) Obtenir un substrat (37) comportant une première face (37a) sur laquelle sont disposés des composants électroniques et une seconde face (37b) opposée libre,
- 5 b) Obtenir un moule d'injection (34) d'une résine (36) thermodurcissable comprenant une partie supérieure (34b) et une partie inférieure (34a), une paroi convexe (50) étant formée sur une paroi de fond (42) de la partie inférieure (34a) du moule (34),
- c) Former une couche de protection (56) sur la seconde face (37b) du substrat (37), cette couche (56) étant apte à conserver sa structure mécanique originelle jusqu'à une
10 température d'au moins 200°C,
- d) Disposer le substrat obtenu à l'issue de l'étape c) de manière à ce que la couche de protection vienne en contact avec la paroi convexe (50) de la partie inférieure (34a) du moule (34),
- e) Refermer le moule en disposant la partie supérieure (34b) du moule (34) sur la partie inférieure (34a) du moule (34),
- 15 f) Injecter de la résine (36) sous pression à l'intérieur du moule (34) de manière à recouvrir les composants électroniques.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la couche (56) de protection recouvre l'intégralité de la seconde surface (37b) du substrat (37).

20 **[Revendication 3]** Procédé selon la revendication 2, dans lequel le bord périphérique de la couche de protection (56) est appliqué sur un bord périphérique de la seconde face (37b) du substrat (37).

[Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche de protection (56) présente une épaisseur inférieure ou égale à 100 µm, de préférence entre 50 et 100 µm.

[Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la couche de protection (56) comprend un film adhésif permettant son maintien sur la seconde face du substrat.

25 **[Revendication 6]** Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la résine est thermodurcissable et est choisi parmi une résine époxy, une résine polyimide, du polyamide ou encore du polytetrafluoroéthylène.

[Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la couche (56) est électriquement isolante.

30 **[Revendication 8]** Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la couche de protection présente un module Young compris entre 0,5 et 2 GPa.

[Revendication 9] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel après injection de la résine (36), on réalise les étapes suivantes :

- la partie supérieure (34b) du moule 34 est retirée,
- 35 - la couche de protection (56) est ensuite retirée de la seconde face (37b) du substrat (37).

[Revendication 10] Procédé selon la revendication 9, dans lequel une opération de nettoyage de la seconde face du substrat (37b) est réalisée.

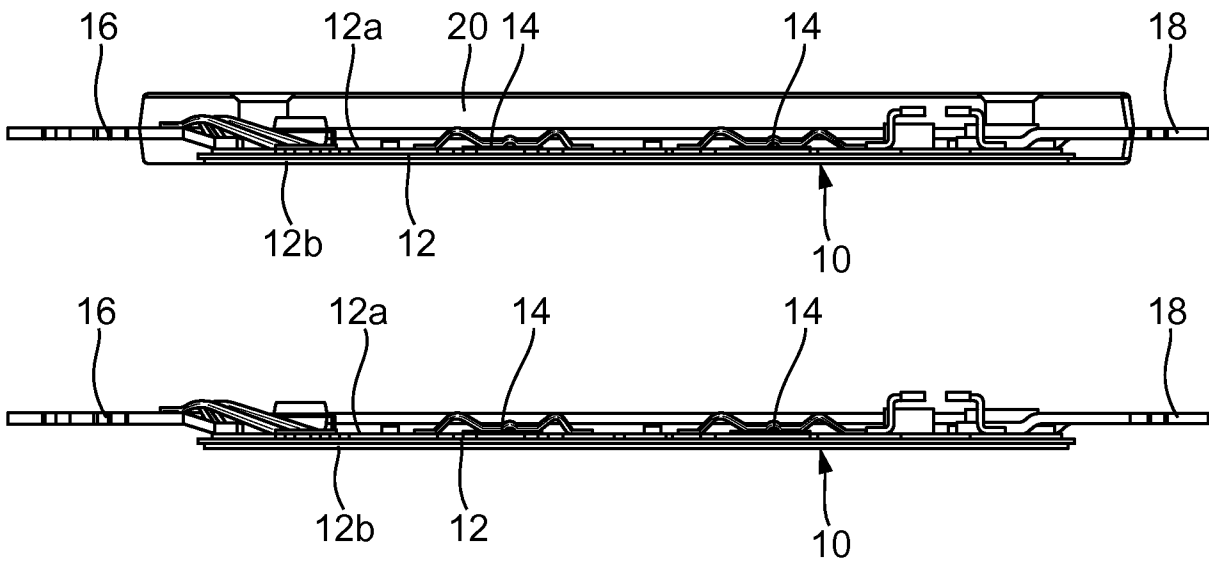


FIG. 1

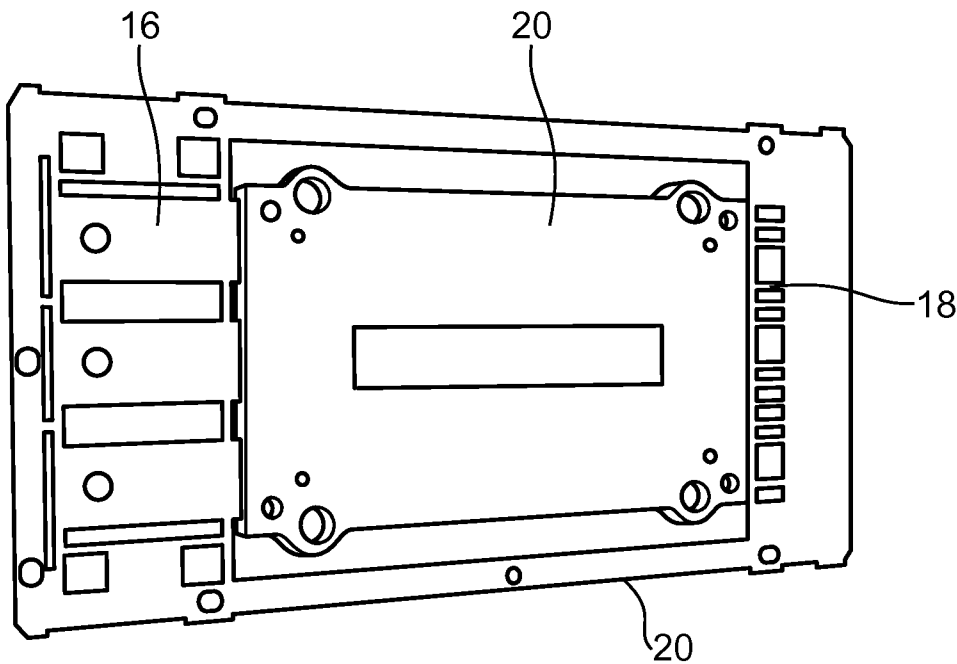


FIG. 2

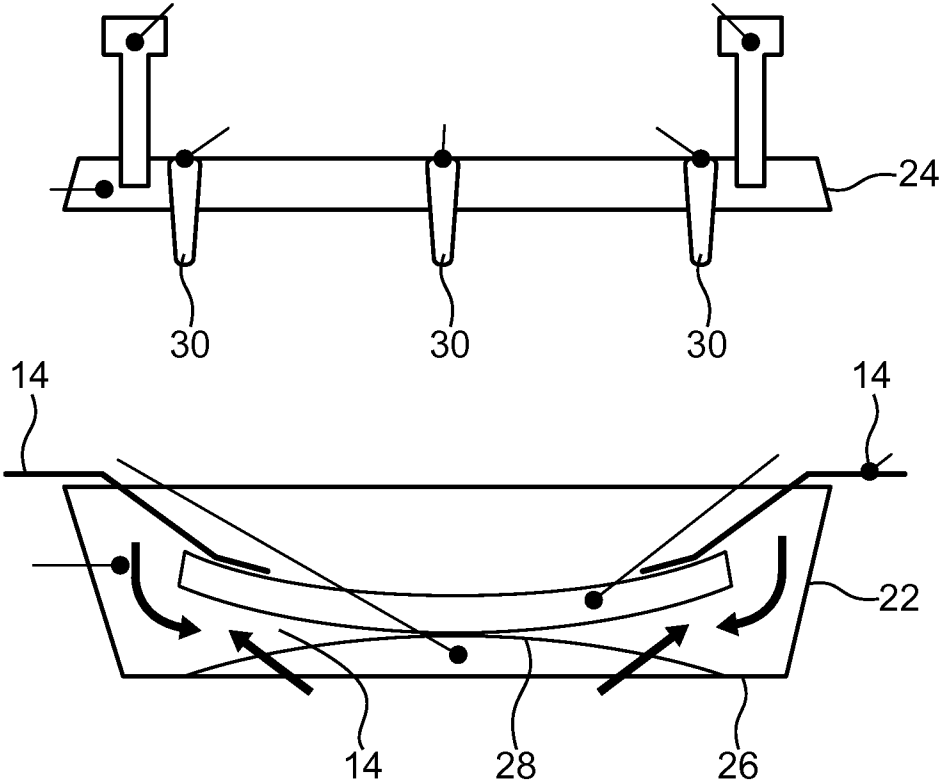


FIG. 3

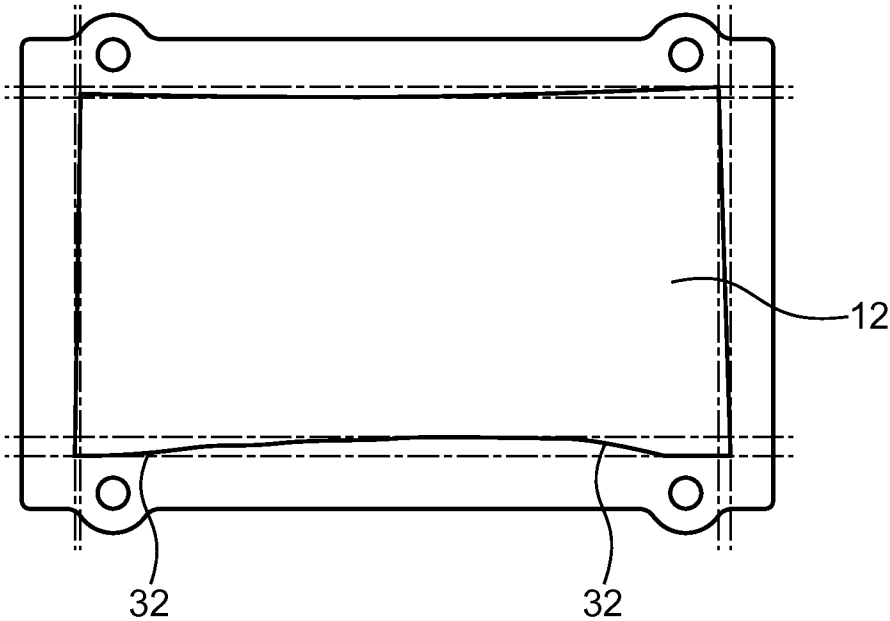


FIG. 4

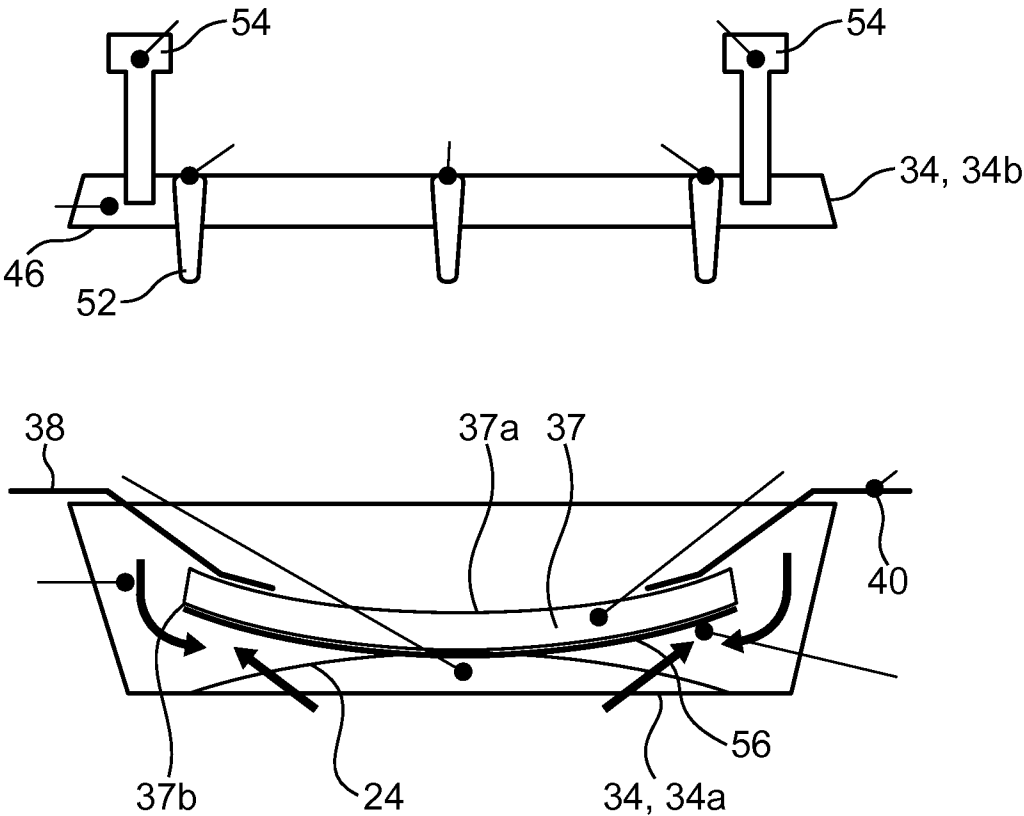


FIG. 5

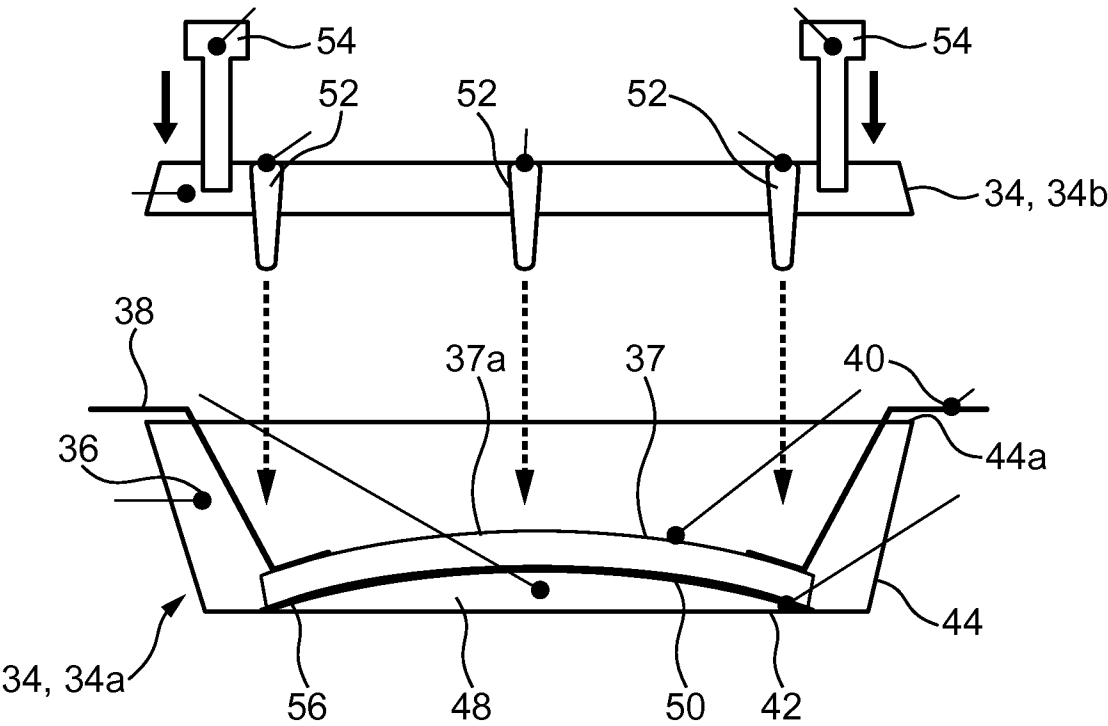


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2024/051503

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/56**(2006.01)i; **H01L 23/00**(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)

H01L

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2019103345 A1 (YAZZIE KYLE [US] ET AL) 04 April 2019 (2019-04-04) paragraphs [0020] - [0028], [0069] - paragraphs [0071], [0083] - [0090]; figures 5A,5B,7	1-10
A	US 2018226354 A1 (KIM YEONGSEOK [KR]) 09 August 2018 (2018-08-09) paragraph [0055] - paragraph [0117]; figures 6A-7E	1-10
A	US 2017004981 A1 (SAKAMOTO KEN [JP]) 05 January 2017 (2017-01-05) paragraph [0009] - paragraph [0070]; figures 1-10	1-10
A	US 2015179556 A1 (SONG SUNG MIN [KR]) 25 June 2015 (2015-06-25) paragraph [0005] - paragraph [0100]; figures 1-11	1-10



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

03 February 2025

Date of mailing of the international search report

13 February 2025

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

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

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

Authorized officer

Chrysi, Antigoni

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2024/051503

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019103345	A1	04 April 2019	NONE			
US	2018226354	A1	09 August 2018	US	2016336275	A1	17 November 2016
				US	2018174979	A1	21 June 2018
				US	2018226354	A1	09 August 2018
US	2017004981	A1	05 January 2017	CN	106463417	A	22 February 2017
				DE	112014006653	T5	26 January 2017
				JP	6469660	B2	13 February 2019
				JP	WO2015173906	A1	20 April 2017
				KR	20160138299	A	02 December 2016
				US	2017004981	A1	05 January 2017
				WO	2015173906	A1	19 November 2015
US	2015179556	A1	25 June 2015	KR	20150072898	A	30 June 2015
				US	2015179556	A1	25 June 2015

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01L21/56 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) H01L		
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		
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 2019/103345 A1 (YAZZIE KYLE [US] ET AL) 4 avril 2019 (2019-04-04) alinéas [0020] - [0028], [0069] - alinéas [0071], [0083] - [0090]; figures 5A,5B,7 -----	1 - 10
A	US 2018/226354 A1 (KIM YEONGSEOK [KR]) 9 août 2018 (2018-08-09) alinéa [0055] - alinéa [0117]; figures 6A-7E -----	1 - 10
A	US 2017/004981 A1 (SAKAMOTO KEN [JP]) 5 janvier 2017 (2017-01-05) alinéa [0009] - alinéa [0070]; figures 1-10 -----	1 - 10
A	US 2015/179556 A1 (SONG SUNG MIN [KR]) 25 juin 2015 (2015-06-25) alinéa [0005] - alinéa [0100]; figures 1-11 -----	1 - 10
☐ 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 3 février 2025		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/02/2025
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 Chrysi, Antigoni

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2024/051503

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019103345 A1	04-04-2019	AUCUN	
US 2018226354 A1	09-08-2018	US 2016336275 A1	17-11-2016
		US 2018174979 A1	21-06-2018
		US 2018226354 A1	09-08-2018
US 2017004981 A1	05-01-2017	CN 106463417 A	22-02-2017
		DE 112014006653 T5	26-01-2017
		JP 6469660 B2	13-02-2019
		JP WO2015173906 A1	20-04-2017
		KR 20160138299 A	02-12-2016
		US 2017004981 A1	05-01-2017
		WO 2015173906 A1	19-11-2015
US 2015179556 A1	25-06-2015	KR 20150072898 A	30-06-2015
		US 2015179556 A1	25-06-2015