(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
30 janvier 2014 (30.01.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/016323 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 35/06 (2006.01) *H01L 35/32* (2006.01)
H01L 35/08 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/065569

(22) Date de dépôt international :
24 juillet 2013 (24.07.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1257154 24 juillet 2012 (24.07.2012) FR

(71) Déposant : **VALEO SYSTEMES THERMIQUES** [FR/FR]; Service Propriété Industrielle, 8, rue Louis Lormand, La Verrière, F-78320 Le Mesnil-Saint-Denis (FR).

(72) Inventeurs : **BOISSELLE, Patrick**; 85, rue du Vol de Bootz, F-53000 Laval (FR). **DE VAULX, Cédric**; 15 route des Châteaux, F-78770 Autouillet (FR).

(74) Mandataire : **DELPLANQUE, Arnaud**; Valeo Systemes Thermiques, 8 rue Louis Lormand, BP517 La Verrière, F-78321 Le Mesnil-Saint-Denis Cedex (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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))*

(54) **Title** : THERMOELECTRIC MODULE

(54) **Titre** : MODULE THERMO ÉLECTRIQUE

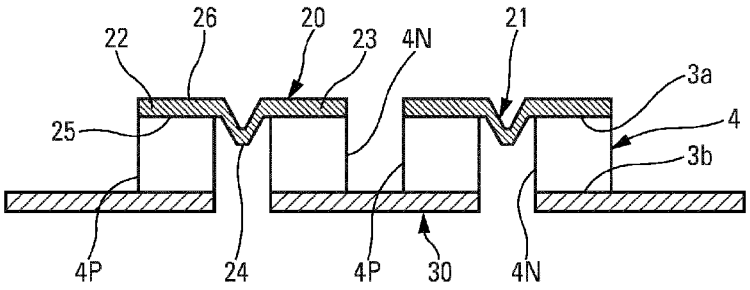


Fig. 2

(57) **Abstract** : The invention relates to a thermoelectric module, including: a channel for circulating a first so-called hot fluid and/or a channel for circulating a second so-called cold fluid; and a plurality of thermoelectric elements (4) capable of generating an electric current by means of a temperature gradient applied between two of the surfaces thereof, referred to as contact surfaces (3a, 3b). Said contact surfaces (3a, 3b) of two adjacent thermoelectric elements (4) are connected to one another via an electrical connection means (20), said electrical connection means (20) is in a heat exchange relationship with either the hot or cold channel, characterized in that said electrical connection means includes a mechanical deformation means (21). The invention also relates to a thermoelectric device including such a module.

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un module thermo électrique comprenant un canal de circulation

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/016323 A1

d'un premier fluide, dit chaud, et/ou un canal de circulation d'un second fluide, dit froid, et une pluralité d'éléments thermo électriques (4), susceptibles de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre deux de leurs faces, dites faces de contact (3a, 3b), lesdits faces de contact (3a, 3b) de deux éléments thermo électriques (4) adjacents étant reliées entre elles par un moyen de connexion électrique (20), ledit moyen de connexion électrique (20) étant en relation d'échange thermique avec l'un des canaux chaud ou froid, caractérisé par le fait que le moyen de connexion électrique comprend un moyen de déformation mécanique (21). L'invention concerne aussi un dispositif thermo électrique comprenant un tel module.

Module thermo électrique

La présente invention concerne un module thermo électrique, notamment destiné à générer un courant électrique dans un véhicule automobile.

Actuellement, il a déjà été proposé des modules thermo électriques utilisant des éléments, dits thermo électriques, permettant de générer un courant électrique en présence d'un gradient de température entre deux de leurs faces opposées, dites première et deuxième faces, selon le phénomène connu sous le nom d'effet Seebeck. Ces dispositifs comprennent un empilement de premiers tubes, destinés à la circulation des gaz d'échappement d'un moteur, et de seconds tubes, destinés à la circulation d'un fluide caloporteur d'un circuit de refroidissement. Les éléments thermo électriques sont pris en sandwich entre les tubes de façon à être soumis à un gradient de température provenant de la différence de température entre les gaz d'échappement, chauds, et le fluide de refroidissement, froid.

Les éléments thermo électriques disposés dans de tels modules sont de deux types :

- des éléments de type P permettant d'établir une différence de potentiel électrique dans un sens, dit positif, lorsqu'ils sont soumis à un gradient de température donné,
- des éléments type N permettant la création d'une différence de potentiel électrique dans un sens opposé, dit négatif, lorsqu'ils sont soumis au même gradient de température.

Les éléments thermo électriques de type P alternent avec les éléments thermo électriques de type N. Ils sont groupés par paire, chaque paire étant formée d'un élément thermo électrique de type P et d'un élément thermo électrique de type N. On configure ainsi le module pour permettre une circulation de courant entre les premières faces des éléments thermo électriques d'une même paire et une circulation de courant entre les deuxièmes faces de chacun des éléments thermo électriques de deux paires voisines. Autrement dit, le courant circule en série à travers les éléments thermo électriques en passant alternativement d'un élément thermo électrique de type P à un élément thermo électrique de type N. Pour cela, le

module comprend une pluralité de pistes électriques, chacune d'entre elle reliant les premières faces des éléments thermo électriques d'une même paire ou les deuxièmes faces de chacun des éléments thermo électriques appartenant à deux paires voisines afin de permettre la circulation de courant décrite précédemment.

Il est connu d'assembler les éléments thermo électriques aux pistes électriques par un procédé de brasage. Pendant ce procédé, les pistes électriques en métal sont amenées à s'étendre sous l'effet de la température avant que la solidarisation ne s'effectue avec les éléments thermo électriques. Une fois que les pistes électriques ont atteint la bonne température, la solidarisation s'effectue et on commence alors à refroidir l'ensemble.

Un inconvénient vient du fait que les pistes électriques se rétractent et retrouvent leurs dimensions initiales avec le retour à la température ambiante et rapprochent ainsi les deux éléments thermo électriques auxquels elles sont solidarisées. Ainsi, les pistes électriques reliant les premières faces des éléments thermo électriques d'une même paire rapprochent les éléments d'une même paire les uns vers les autres alors que les pistes reliant les deuxièmes faces des éléments thermo électriques appartenant à deux paires voisines rapprochent les éléments thermo électriques de deux paires voisines de sorte qu'elles éloignent les éléments thermo électriques d'une même paire. Les éléments thermo électriques sont alors soumis à des contraintes opposées, l'une agissant sur leur première face et l'autre sur leur deuxième face, menant à un cisaillement qui risque de les endommager, notamment en créant des fissures et/ou des cassures.

Ce risque existe également, lorsque le module thermo électrique en fonctionnement est soumis à une forte différence de température entre son côté froid et son côté chaud, ce qui est typiquement le cas quand la face chaude du dispositif est soumise à des températures supérieures à 250°C. En atteignant ces températures, les pistes électriques solidarisées aux éléments thermo électriques côté chaud se dilatent davantage que celles solidarisées aux éléments thermo électriques côté froid, ce qui risque d'endommager les éléments thermo électriques de la même manière que décrite précédemment.

L'invention vise à améliorer la situation.

Elle propose pour cela un module thermo électrique comprenant un canal de circulation d'un premier fluide, dit chaud, et/ou un canal de circulation d'un second fluide, dit froid, et une pluralité d'éléments thermo électriques, susceptibles de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre deux de leurs faces, dites faces de contact, lesdits faces de contact de deux éléments thermo électriques adjacents étant reliées entre elles par un moyen de connexion électrique, ledit moyen de connexion électrique étant en relation d'échange thermique avec l'un des canaux chaud ou froid. Selon l'invention, le moyen de connexion électrique comprend un moyen de déformation mécanique.

Ainsi, grâce à l'invention, la contraction du moyen de connexion électrique pendant le refroidissement du module thermo électrique et/ou sa dilatation lorsque le module thermo électrique est soumis à de fortes températures de fonctionnement sont amorties par le moyen de déformation mécanique. Ce moyen de déformation mécanique absorbe les contraintes exercées sur les éléments thermo électriques par le moyen de connexion électrique de sorte que les éléments thermo électriques subissent moins d'efforts de cisaillement entre leurs faces de contact, diminuant ainsi le risque de fissure ou de casse. Le moyen de connexion électrique est, par exemple, une piste électrique. Le moyen de déformation mécanique est, notamment, une lyre de déformation.

Selon un aspect de l'invention, le moyen de connexion électrique comprend une première paroi plane et une deuxième paroi plane, le moyen de déformation mécanique comprenant une face courbée, apte à se déformer et reliant la première à la deuxième paroi plane. Lorsque le moyen de connexion électrique est solidarisé à deux éléments thermo électriques adjacents et qu'il subit une dilatation ou une contraction, la face courbée s'ouvre ou se ferme pour amortir la dilation ou la contraction.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, la première et la deuxième parois planes comprennent une première face plane en contact avec les éléments

thermo électriques et une deuxième face plane opposée à la première face plane et en contact d'échange thermique avec le canal chaud ou le canal froid.

Avantageusement, la première face plane de la première paroi plane est en contact avec un premier desdits éléments thermo électriques et/ou la première face plane de la deuxième paroi plane est en contact avec un deuxième desdits éléments thermo électriques adjacent au premier.

Selon un aspect de l'invention, le premier desdits éléments thermo électriques est de type P et le deuxième desdits éléments thermo électriques est de type N.

En variante, le moyen de connexion électrique est en contact avec un moyen de conduction thermique, ledit moyen de conduction thermique étant un isolant électrique. Le moyen de conduction thermique est, par exemple, en matière céramique.

Avantageusement, le moyen de conduction thermique est en contact avec le canal chaud ou le canal froid.

Selon un aspect de l'invention, le moyen de conduction thermique est en contact avec des ailettes de conduction thermique en contact avec le canal chaud ou le canal froid. Le transfert thermique entre le canal chaud ou le canal froid et le moyen de connexion électrique se fait alors par l'intermédiaire de l'ailette et du moyen de conduction thermique.

Selon un exemple de réalisation, le moyen de connexion électrique est constitué d'un matériau présentant des propriétés élastiques. Les propriétés élastiques du matériau participent à l'amortissement de la dilation ou de la contraction du moyen de connexion électrique.

Avantageusement, le moyen de connexion électrique comprend un alliage de Titane et de Nickel.

Selon un aspect de l'invention, les éléments thermo électriques sont brasés sur le moyen de connexion électrique, par leurs faces de contact.

Selon un exemple de réalisation, le module thermo électrique comprend un dit moyen de connexion électrique en relation d'échange thermique au moins avec le canal chaud. Dans le cas d'une dilatation due à la chaleur du canal chaud, le moyen de déformation mécanique amortira ainsi la dilatation thermique du moyen de connexion électrique de façon optimisée.

Avantageusement, le module thermo électrique comprend un dit moyen de connexion électrique en relation d'échange thermique avec le canal chaud et un dit moyen de connexion électrique en relation d'échange thermique avec le canal froid. On peut de la sorte utiliser les moyens de connexion électrique semblables coté chaud et coté froid.

L'invention concerne aussi un dispositif thermo électrique, notamment destiné à générer un courant électrique dans un véhicule automobile, comprenant au moins un module selon l'une quelconque des revendications précédentes.

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

La figure 1 illustre en perspective, un exemple de dispositif thermo électrique conforme à l'invention, représenté de façon éclatée ;

La figure 2 est une vue schématique de coté d'une partie d'un module thermo électrique comprenant un moyen de connexion électrique conforme à l'invention à température ambiante avant brasage ;

La figure 3 est une vue de dessus du moyen de connexion électrique conforme à l'invention.

Les figures 4 et 5 sont des figures similaires à la figure 2 représentant ladite partie du module thermo électrique à température de brasage (figure 4) et à température ambiante après brasage (figure 5).

La figure 6 est une vue similaire à la figure 5 représentant le module thermo électrique en fonctionnement.

La figure 7 est une variante de réalisation du module thermo électrique représenté à la figure 2.

La figure 8 est une autre variante de réalisation du module thermo électrique représenté à la figure 2.

Comme illustré à la figure 1, un dispositif conforme à l'invention comprend des supports de conduction thermique en contact avec une source chaude ou froide telles qu'une pluralité de tubes 1 de circulation d'un premier fluide alternant avec une pluralité de tubes 2 de circulation d'un deuxième fluide. Lesdits tubes 1, 2 s'étendent ici parallèlement les uns aux autres dans une même direction.

Les tubes 1 de circulation du premier fluide sont configurés, par exemple, pour la circulation d'un fluide, dit chaud. Il pourra s'agir des gaz d'échappement d'un moteur thermique de véhicule automobile. Les tubes 1 de circulation du premier fluide définissent un ou plusieurs canaux de circulation du premier fluide, dits canaux chauds. Les tubes 2 de circulation du deuxième fluide sont configurés, par exemple, pour la circulation d'un fluide, dit froid, présentant une température inférieure à la température du premier fluide. Il pourra s'agir d'un liquide de refroidissement, tel qu'un mélange d'eau et de glycol, provenant, par exemple, d'une boucle de refroidissement basse température du véhicule. Les tubes 2 de circulation du deuxième fluide définissent un ou plusieurs canaux de circulation du deuxième fluide, dits canaux froids.

Ici, les tubes de circulation 1 de gaz d'échappement sont au nombre de trois et les tubes de circulation 2 du liquide de refroidissement sont au nombre de cinq.

Ledit dispositif comprend en outre une pluralité d'éléments, dits thermo électriques, permettant de créer un courant électrique à partir d'un gradient de température appliqué entre deux de leurs faces, dites première et deuxième faces de contact, prévues en relation d'échange thermique avec lesdits canaux chaud et froid.

Il s'agit, par exemple, d'éléments 4 de forme sensiblement parallélépipédiques (visible de façon schématique aux figures 2 et 4 à 8) générant un courant électrique, selon l'effet Seebeck. De tels éléments permettent la création d'un courant électrique dans une charge connectée entre lesdites faces de contact 3a, 3b, prévues opposées. De façon connue de l'homme du métier, de tels éléments sont constitués, par exemple, de Bismuth et de Tellurium (Bi_2Te_3).

Lesdits tubes de circulation 1, 2 présentent, par exemple, une section aplatie selon une direction d'allongement, orthogonale à la direction d'extension des tubes. Lesdits tubes de circulation 1, 2 pourront ainsi être des tubes plats. On entend par là qu'ils présentent deux grandes faces parallèles reliés par des petits côtés. Les éléments thermo électriques 4 sont au contact de l'une et/ou l'autres des faces planes des tubes 1, 2 par leurs faces de contact 3a, 3b.

Lesdits tubes 2 destinés à la circulation du fluide froid sont constitués, par exemple, d'aluminium et/ou d'alliage d'aluminium. Les tubes 1 destinés à la circulation du fluide chaud, sont constitués, notamment, d'acier inox. Ils sont formés, par exemple, par profilage, soudage et/ou brasage.

Ledit dispositif comprend en outre, par exemple, une plaque collectrice 15 à chacune des extrémités desdits tubes 1 de circulation du premier fluide. Ladite plaque collectrice 15 est munie d'orifices 6 dans lesquels les extrémités desdits tubes 1 de circulation du premier fluide sont insérées.

Ledit dispositif pourra également comprendre des boîtes collectrices 7 en communication de fluide avec l'extrémité desdits tubes de circulation 1 du premier fluide et fixées aux plaques collectrices 15 par l'intermédiaire de vis 8. Lesdites boîtes comprennent un orifice 16 pour l'entrée et/ou la sortie du premier fluide.

Lesdits tubes 2 de circulation du second fluide pourront être munis à chacune de leur extrémité de collecteurs 9 permettant une mise en communication desdits tubes 2 de circulation du second fluide et d'une boîte collectrice, non représentée, du deuxième fluide par l'intermédiaire d'orifices 10 débouchant sur une face latérale du faisceau défini par l'empilement des tubes 1, 2 de circulation du premier et du deuxième fluide.

Comme illustré à la figure 1, les éléments thermo électriques 4 sont réparties en nappes 5 prévues entre les tubes 1 de circulation du premier fluide et les tubes 2 de circulation du deuxième fluide. Chaque nappe 5 représente schématiquement une pluralité d'éléments thermo électriques 4 disposés selon une forme rectangulaire. Dans le dispositif thermo électrique, des liaisons électriques sont établies entre les nappes 5 d'éléments thermo électriques. Un connecteur électrique, non représenté, permet de relier le dispositif à un circuit électrique extérieur.

Les éléments thermo électriques 4 pourront être, pour une première partie, des éléments d'un premier type, dit P (référencés 4P), permettant d'établir une différence de potentiel électrique dans un sens, dit positif, lorsqu'ils sont soumis à un gradient de température donné, et, pour l'autre partie, des éléments d'un second type, dit N (référencés 4N), permettant la création d'une différence de potentiel électrique dans un sens opposé, dit négatif, lorsqu'ils sont soumis au même gradient de température.

Les éléments thermo électriques appliqués sur un même tube 1, 2 sont reliés électriquement. En particulier et comme illustré aux figures 2 et 4 à 8, les éléments thermo électriques de type P et les éléments thermo électriques de type N, prévus entre un même tube de circulation du premier fluide et un même tube de circulation du deuxième fluide, pourront être associés entre eux de façon à permettre la circulation du courant en série d'un élément du premier type vers un élément du second type. Il est également possible de relier entre elles par des pistes électriques les faces d'éléments thermo électriques de même types pour un montage en parallèle desdits éléments. Les éléments thermo électriques 4 ainsi associés forment une cellule de conduction de base et les cellules obtenues pourront être associées en série et/ou en parallèle.

Sur ces figures, la première face de contact 3a de chaque éléments thermo électriques est destiné à être en relation d'échange thermique avec le canal chaud et la deuxième face de contact 3b de chaque élément thermo électrique est destinée à être en relation d'échange thermique avec le canal froid.

Comme représenté sur la figure 2, les éléments thermo électriques de type P alternent avec les éléments thermo électriques de type N. Ils sont groupés par paire, chaque paire étant formée d'un élément thermo électrique de type P et d'un élément thermo électrique de type N. On configure le module pour permettre une circulation de courant entre les premières faces de contact 3a des éléments thermo électriques d'une même paire et une circulation de courant entre les deuxièmes faces de contact 3b de chacun des éléments thermo électriques de deux paires voisines. Autrement dit, le courant circule en série à travers les éléments thermo électriques en passant alternativement d'un élément thermo électrique de type P à un élément thermo électrique de type N. Pour cela, le module comprend une pluralité de moyens de connexion électrique 20, 30 reliant les premières faces de contact 3a des éléments thermo électriques d'une même paire et les deuxièmes faces de contact 3b de chacun des éléments thermo électriques appartenant à deux paires voisines afin de permettre la circulation de courant décrite précédemment. Deux éléments thermo électriques adjacents sont liés par les moyens de connexion électrique 20, 30 soit par leur première face de contact 3a soit par leur deuxième face de contact 3b.

Selon l'invention, au moins un des moyens de connexion électrique, dit premier moyen de connexion électrique 20, comprend un moyen de déformation mécanique 21. Dans l'exemple représenté à la figure 2, les premiers moyens de connexion électrique 20 relient entre eux les éléments thermo électriques 4 d'une même paire, c'est-à-dire qu'ils sont positionnés sur les premières faces 3a des éléments thermo électriques 4. Les premiers moyens de connexion électrique 20 sont ici en relation d'échange thermique uniquement avec le canal chaud.

Le module thermo électrique peut comprendre d'autres moyens de connexion électrique 30, dits deuxièmes moyens de connexion électrique 30. Ici, les deuxièmes moyens de connexion électrique 30 relient entre eux les éléments thermo

électriques 4 voisins appartenant à des paires voisines. Les deuxièmes moyens de connexion électrique 30 sont ici agencés pour être en relation d'échange thermique avec le canal froid. Ce sont, par exemple, des pistes électriques planes.

Les éléments thermo électriques 4 et les moyens de connexion électrique sont ici représentés à température ambiante et avant brasage, c'est-à-dire avant solidarisation.

Les premiers moyens de connexion électrique 20 comprennent une première paroi plane 22 et une deuxième paroi plane 23. Le moyen de déformation mécanique 21 comprend une face courbée 24, apte à se déformer et reliant la première à la deuxième paroi plane 22, 23. Cette face courbée 24 s'étend entre les deux éléments thermo électriques 4 sur lesquels est disposé le premier moyen de connexion électrique 20. Autrement dit, le moyen de déformation mécanique 21 fait saillie par rapport aux parois planes 22, 33, du coté des éléments thermo électriques 4. Dans l'exemple illustré à la figure 2, la face courbée 24 présente une section en V. Cette face courbée 24 pourrait bien sur présenter une section en U, carrée ou touts types de sections lui permettant de se déformer pour absorber la dilatation ou la contraction des premiers moyens de connexion électrique 20, sans sortir du cadre de l'invention.

La première et la deuxième parois planes 22, 23 comprennent une première face plane 25 en contact avec les éléments thermo électriques 4 et une deuxième face plane 26 opposée et parallèle à la première face plane 25 et en contact d'échange thermique avec le canal chaud (figure 2) ou le canal froid (figure 5). La première face plane 25 de la première paroi plane 22 est en contact avec un élément thermo électrique de type P et la première face 26 de la deuxième paroi plane 23 est en contact avec un élément thermo électrique de type N. Les première 25 et deuxième 26 faces planes sont reliées entre elles par l'épaisseur de matière des parois planes 22, 23.

Les moyens de connexion électrique 20, 30 pourront être en contact avec un moyen de conduction thermique, non-illustré, ledit moyen de conduction thermique étant un isolant électrique. Le moyen de conduction thermique est, par exemple, en

matériau céramique. Il permet le transfert de chaleur entre le canal froid ou le canal chaud et le moyen de connexion électrique 20, 30 qui transmet alors la chaleur à l'élément thermo électrique 4 sur lequel il se trouve. Le moyen de conduction thermique peut être directement en contact avec le canal froid ou le canal chaud. Il peut également être en relation d'échange thermique avec le canal froid ou le canal chaud par l'intermédiaire d'ailettes de conduction thermique sur lesquelles il est appliqué.

Comme représenté à la figure 3, le premier moyen de connexion électrique 20 est de forme sensiblement rectangulaire. Le moyen de déformation mécanique 21 est ici disposé au centre du moyen de connexion électrique 20, le traversant parallèlement à une largeur du rectangle. Le premier moyen de connexion électrique 20 est, notamment, constitué d'un matériau présentant des propriétés élastiques. Il comprend, par exemple, un alliage de Titane et de Nickel.

La figure 4 représente les éléments thermo électriques 4 et les moyens de connexion électrique 20, 30 à température de brasage. Les éléments thermo électriques 4 sont brasés sur le moyen de connexion électrique 20, 30 par leurs faces de contact 3a, 3b. Les traits pointillés représentent l'état des moyens de connexion électrique 20, 30 à température ambiante et les traits pleins leurs états à température de brasage. Cette différence de dimension s'explique par la dilatation thermique des moyens de connexion électrique 20, 30. Les première et deuxième parois planes 22, 23 se dilatent principalement de manière horizontale, c'est-à-dire parallèlement aux faces de contact des éléments thermo électriques sur lesquels elles se trouvent. Le moyen de déformation mécanique 21 se dilate en revanche majoritairement selon ses directions d'extensions, c'est-à-dire des directions transversales à l'horizontale. On remarque par exemple, que l'extension des moyens de déformation mécanique 21 se fait ici selon une direction se rapprochant de la verticale.

Les deuxièmes moyens de connexion électrique 30, plans, s'étendent parallèlement à l'extension des parois planes des premiers moyens de connexion électrique 20. La solidarisation entre les moyens de connexion électrique et les

éléments thermo électriques se fait à cette température et à ce niveau de dilatation des moyens de connexion électrique 20, 30.

La figure 5 représente les éléments thermo électriques 4 et les moyens de connexion électrique 20, 30 une fois solidarisés par brasages et revenus à température ambiante. Chacun des moyens de connexion électrique 20, 30 tend à se contracter majoritairement selon la direction horizontale et à rapprocher les deux éléments thermo électriques 4 qu'il relie. Le moyen de déformation 21 présent sur les premiers moyens de connexion électrique 20 permet alors d'amortir ces forces contraires agissant selon une première direction horizontale au niveau de la deuxième face de contact 3b d'un élément thermo électrique 4 et selon une deuxième direction horizontale, opposée à la première direction, au niveau de la même face de contact 3b des éléments thermo électriques 4 voisins, ceci en revenant vers la position initiale. Grâce à l'invention, on évite ainsi le cisaillement de l'élément thermo électrique 4 entre sa première et sa deuxième faces de contact.

La figure 6 représente l'exemple de réalisation décrit à la figure 4 lorsque le module fonctionne avec un premier fluide à haute température, c'est-à-dire supérieure à 250°C. A cette température, cette configuration est particulièrement avantageuse du fait que les moyens de déformation mécanique 21 peuvent amortir la dilatation que risque de subir les premiers moyens de connexion électrique 20 en relation d'échange thermique avec le canal chaud. En effet, les moyens de déformation mécanique 21 peuvent alors amortir cette dilatation. Plus précisément, les moyens de déformation mécanique 21 permettent de laisser les première et deuxième parois planes se dilater l'une vers l'autre en limitant ainsi les contraintes exercées sur les éléments thermo électriques, notamment en se dilatant selon une direction sensiblement verticale.

Le positionnement des premiers moyens de connexion électrique 20 en relation d'échange thermique permet ainsi aux moyens de déformation mécanique 21 d'amortir, d'une part, la contraction des premiers moyens de connexion électrique lors du refroidissement qui a lieu après le brasage et, d'autre part, la dilation dues aux températures du canal chaud lorsque le module thermo électrique fonctionne.

Selon une variante de réalisation de l'invention illustrée à la figure 7, les premiers moyens de connexion électrique 20 relient entre eux les éléments thermo électriques 4 appartenant à une même paire et les éléments thermo électriques 4 voisins appartenant à deux paires adjacentes. Il y a donc ici des premiers moyens de connexion électrique 20 en relation d'échange thermique avec le canal chaud et des premiers moyens de connexion électrique 20 en relation d'échange thermique avec le canal froid.

Il est également possible, sans sortir du cadre de l'invention et comme illustré sur la figure 8, de disposer les premiers moyens de connexion électrique 20 uniquement en relation thermique avec le canal froid, c'est-à-dire ici entre deux éléments thermo électriques 4 voisins appartenant à deux paires adjacentes. Les deuxièmes moyens de connexion 30 relient ici les éléments thermo électriques du coté du canal chaud.

Revendications

1. Module thermo électrique comprenant un canal de circulation d'un premier fluide, dit chaud, et/ou un canal de circulation d'un second fluide, dit froid, et une pluralité d'éléments thermo électriques (4), susceptibles de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre deux de leurs faces, dites faces de contact (3a, 3b), lesdits faces de contact (3a, 3b) de deux éléments thermo électriques (4) adjacents étant reliées entre elles par un moyen de connexion électrique (20), ledit moyen de connexion électrique (20) étant en relation d'échange thermique avec l'un des canaux chaud ou froid, caractérisé par le fait que le moyen de connexion électrique (20) comprend un moyen de déformation mécanique (21).

2. Module thermo électrique selon la revendication 1, dans lequel le moyen de connexion électrique (20) comprend une première paroi plane (22) et une deuxième paroi plane (23), le moyen de déformation mécanique (21) comprenant une face courbée (24), apte à se déformer et reliant la première (22) à la deuxième paroi plane (23).

3. Module thermo électrique selon la revendication 2, dans lequel la première et la deuxième parois planes (22, 23) comprennent une première face plane (25) en contact avec les éléments thermo électriques (4) et une deuxième face plane (26) opposée à la première face plane (25) et en contact d'échange thermique avec le canal chaud ou le canal froid

4. Module thermo électrique selon la revendication 3, dans lequel la première face plane (25) de la première paroi plane (22) est en contact avec un premier desdits éléments thermo électriques (4) et/ou la première face plane (25) de la deuxième paroi plane (23) est en contact avec un deuxième desdits éléments thermo électriques (4) adjacent au premier.

5. Module thermo électrique selon la revendication 4, dans lequel le premier desdits éléments thermo électriques (4) est de type P et le deuxième desdits éléments thermo électriques (4) est de type N.

6. Module thermo électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moyen de connexion électrique (20) est en contact avec un moyen de conduction thermique, ledit moyen de conduction thermique étant un isolant électrique.

7. Module thermo électrique selon la revendication 6 dans lequel le moyen de conduction thermique est en contact avec le canal chaud ou le canal froid.

8. Module thermo électrique selon la revendication 6 ou 7, dans lequel le moyen de conduction thermique est en contact avec des ailettes de conduction thermique en contact avec le canal chaud ou le canal froid.

9. Module thermo électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moyen de connexion électrique (20) est constitué d'un matériau présentant des propriétés élastiques.

10. Module thermo électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moyen de connexion électrique (20) comprend un alliage de Titane et de Nickel.

11. Module thermo électrique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les éléments thermo électriques (4) sont brasés sur le moyen de connexion électrique, par leurs faces de contact (3a, 3b).

12. Module thermo électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel il comprend un dit moyen de connexion électrique (20) en relation d'échange thermique au moins avec le canal chaud.

13. Module thermo électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel il comprend un dit moyen de connexion électrique (20) en

relation d'échange thermique avec le canal chaud et un dit moyen de connexion électrique (20) en relation d'échange thermique avec le canal froid.

14. Dispositif thermo électrique, notamment destiné à générer un courant électrique dans un véhicule automobile, comprenant au moins un module selon l'une quelconque des revendications précédentes.

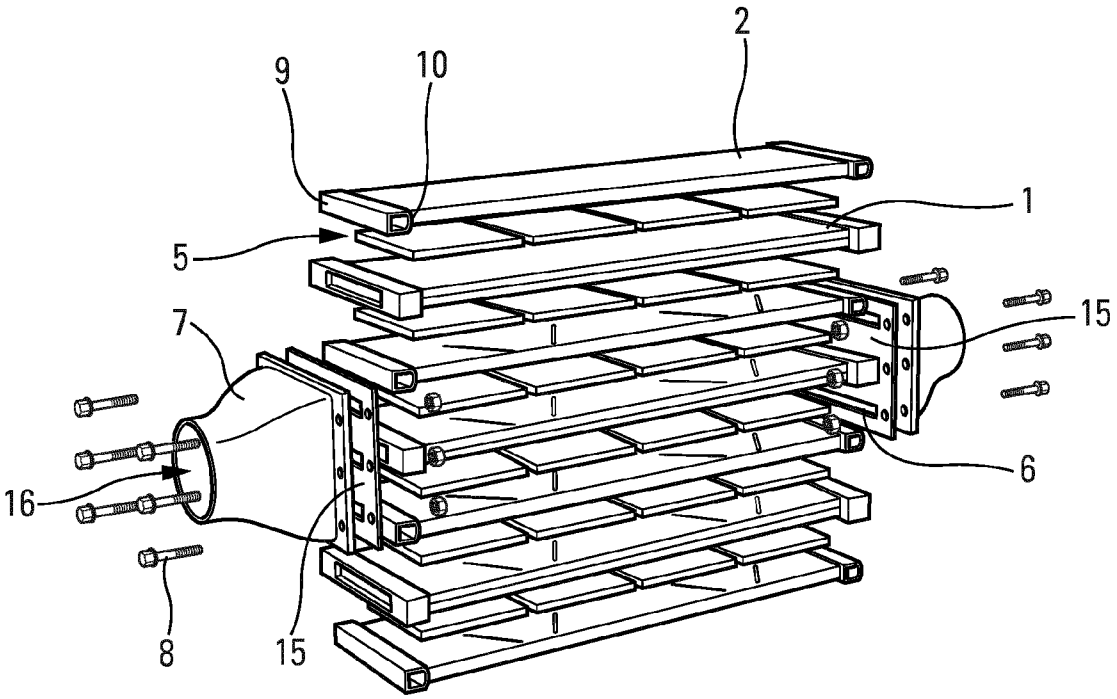


Fig. 1

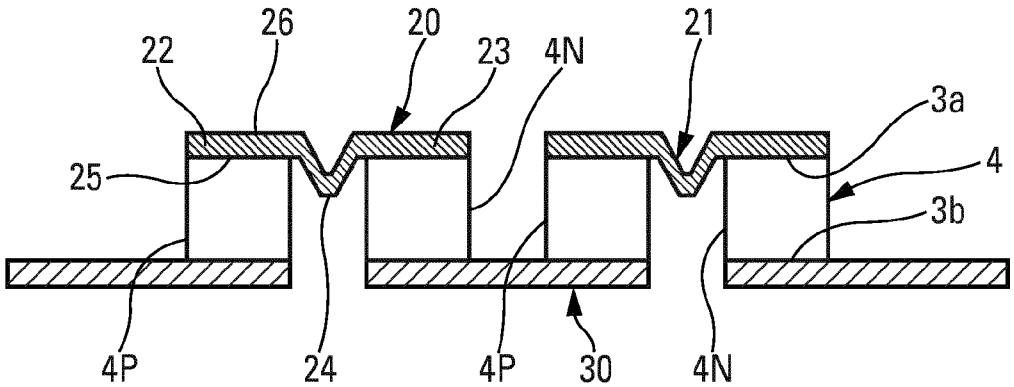


Fig. 2

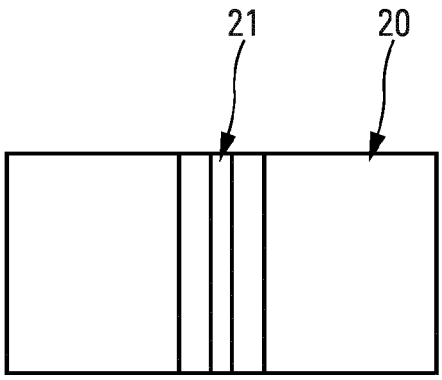


Fig. 3

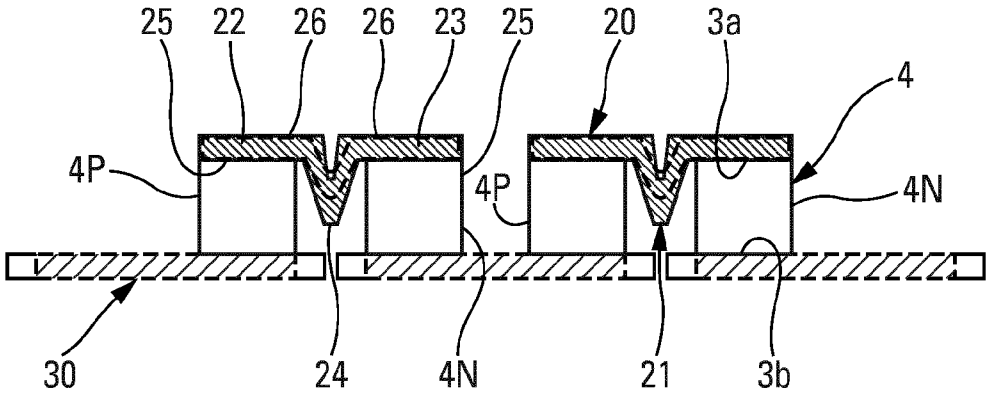


Fig. 4

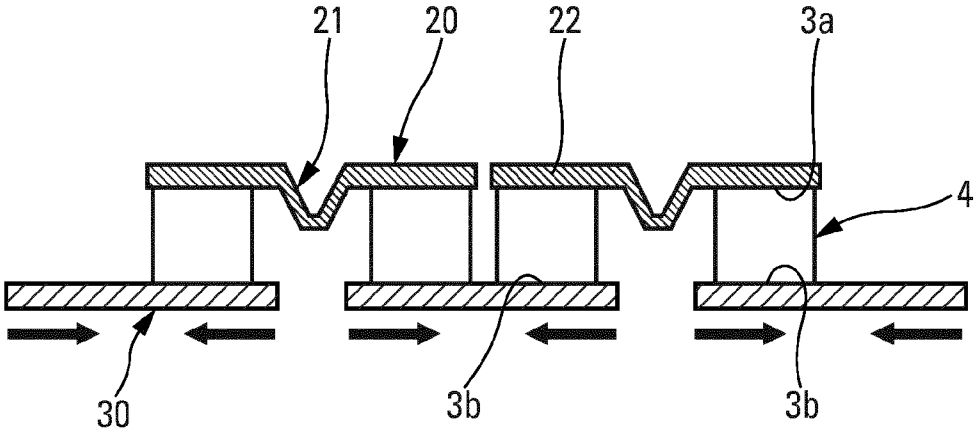


Fig. 5

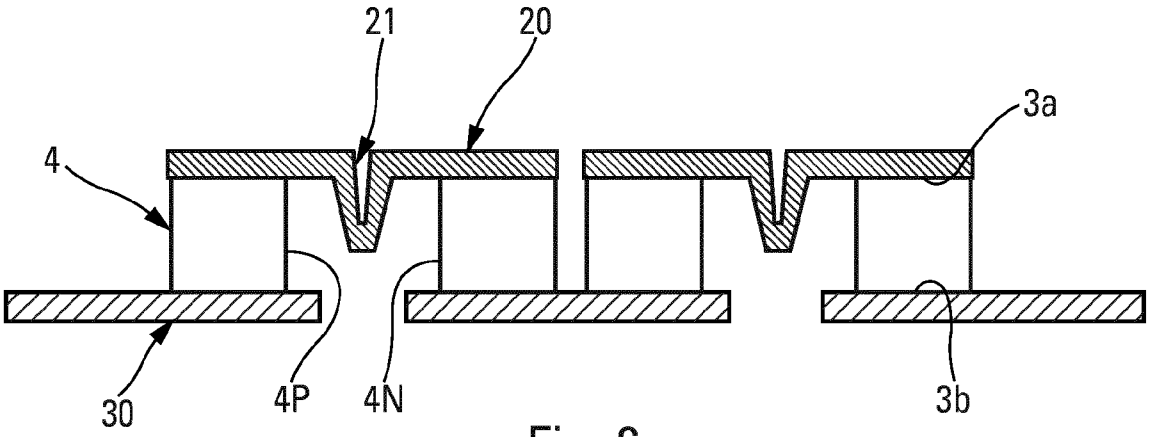


Fig. 6

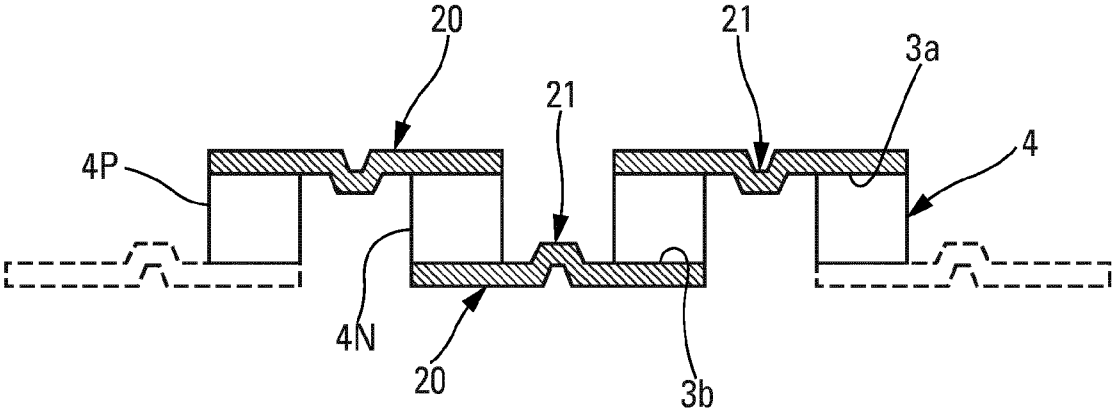


Fig. 7

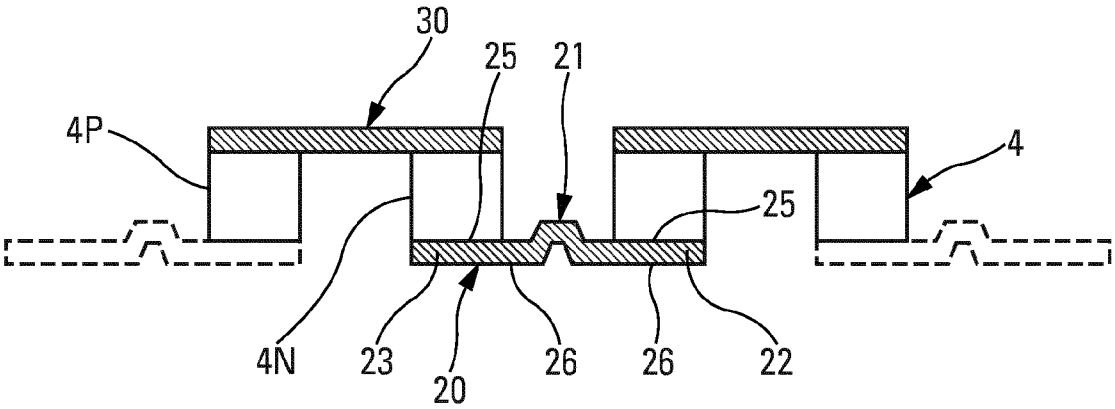


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065569

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L35/06 H01L35/08 H01L35/32
ADD.

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.
Y	DE 10 2006 040283 A1 (TOSHIBA KK [JP]) 1 March 2007 (2007-03-01) paragraphs [0061] - [0062]; figures 5A-5B	1-14
Y	WO 2011/082803 A2 (FAURECIA EMISSIONS CONTROL TECHNOLOGIES GERMANY GMBH [DE]; ADLDINGER M) 14 July 2011 (2011-07-14) page 12, line 23 - page 15, line 9; figure 1 page 18, line 6 - page 20, line 19; figure 7	1-14
A	US 2012/018835 A1 (SAWABE YOSHINARI [JP] ET AL) 26 January 2012 (2012-01-26) paragraphs [0013] - [0014], [0022] - [0067]; figures 1-3	1-14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
28 October 2013	05/11/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Franche, Vincent

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065569

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 1 067 869 A (ASS ELECT IND) 3 May 1967 (1967-05-03) page 1, line 71 - page 2, line 32; figure 2 -----	1-14

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/065569

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006040283 A1	01-03-2007	CN 1925183 A	07-03-2007
		DE 102006040283 A1	01-03-2007
		JP 4728745 B2	20-07-2011
		JP 2007066987 A	15-03-2007
		US 2007044828 A1	01-03-2007
WO 2011082803 A2	14-07-2011	NONE	
US 2012018835 A1	26-01-2012	CN 102439743 A	02-05-2012
		JP 2010212339 A	24-09-2010
		US 2012018835 A1	26-01-2012
		WO 2010103977 A1	16-09-2010
GB 1067869 A	03-05-1967	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2013/065569

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L35/06 H01L35/08 H01L35/32
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
Y	DE 10 2006 040283 A1 (TOSHIBA KK [JP]) 1 mars 2007 (2007-03-01) alinéas [0061] - [0062]; figures 5A-5B	1-14
Y	WO 2011/082803 A2 (FAURECIA EMISSIONS CONTROL TECHNOLOGIES GERMANY GMBH [DE]; ADLDINGER M) 14 juillet 2011 (2011-07-14) page 12, ligne 23 - page 15, ligne 9; figure 1 page 18, ligne 6 - page 20, ligne 19; figure 7	1-14
A	US 2012/018835 A1 (SAWABE YOSHINARI [JP] ET AL) 26 janvier 2012 (2012-01-26) alinéas [0013] - [0014], [0022] - [0067]; figures 1-3	1-14

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
28 octobre 2013	05/11/2013

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Franche, Vincent

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2013/065569

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 1 067 869 A (ASS ELECT IND) 3 mai 1967 (1967-05-03) page 1, ligne 71 - page 2, ligne 32; figure 2 -----	1-14

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2013/065569

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102006040283 A1	01-03-2007	CN 1925183 A	07-03-2007
		DE 102006040283 A1	01-03-2007
		JP 4728745 B2	20-07-2011
		JP 2007066987 A	15-03-2007
		US 2007044828 A1	01-03-2007
WO 2011082803 A2	14-07-2011	AUCUN	
US 2012018835 A1	26-01-2012	CN 102439743 A	02-05-2012
		JP 2010212339 A	24-09-2010
		US 2012018835 A1	26-01-2012
		WO 2010103977 A1	16-09-2010
GB 1067869 A	03-05-1967	AUCUN	