(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
23 mars 2017 (23.03.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/046485 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 35/30 (2006.01) *H01L 35/32* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/052258

(22) Date de dépôt international :
9 septembre 2016 (09.09.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1558639 15 septembre 2015 (15.09.2015) FR

(71) Déposant : **VALEO SYSTEMES THERMIQUES** [FR/FR]; Z.A de l'Agiot - 8 rue Louis Lormand, CS80517 La Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis (FR).

(72) Inventeurs : **AZZOUZ, Kamel**; 84 rue de Reuilly, 75012 Paris (FR). **BOISSELLE, Patrick**; 85, rue du Vol de Bootz, 53000 Laval (FR). **DE VAULX, Cédric**; 8 rue des Baux, 78310 Maurepas (FR). **MONNET, Véronique**; 4, impasse des Teinturiers, 53810 Change (FR). **SERVANTIE, Ambroise**; 3 rue Emile Salmson, 53000 Laval (FR).

(74) Mandataire : **TRAN, Chi-Hai**; Valeo Systemes Thermiques, Propriété Industrielle, ZA L'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière 78322 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title** : THERMOELECTRIC MODULE AND DEVICE, IN PARTICULAR FOR GENERATING AN ELECTRIC CURRENT IN A MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR MANUFACTURING SUCH A MODULE

(54) **Titre** : MODULE ET DISPOSITIF THERMO ÉLECTRIQUE, NOTAMMENT DESTINÉS A GÉNÉRER UN COURANT ÉLECTRIQUE DANS UN VÉHICULE AUTOMOBILE, ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TEL MODULE

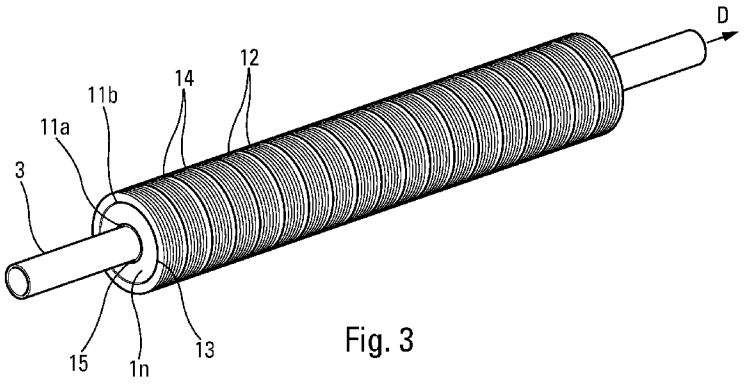


Fig. 3

(57) **Abstract** : The present invention relates to a thermoelectric module including at least one plurality of thermoelectric elements (1n, 1p) in the shape of a cylinder or right prism and having a central cavity, able to generate an electric current under the effect of a temperature gradient applied between a first so-called outer surface (11a) defined by an outer peripheral surface and a second so-called inner surface (11b) defined by an inner peripheral surface, a first fluid being intended to flow through the central cavity and second fluid being intended to flow around the outer periphery, a so-called inner tubular electrode (15) rigidly connected to the inner surface of each thermoelectric element (1n, 1p), the inner electrodes (15) of two adjacent thermoelectric elements (1n, 1p) being brazed, and an anodized aluminum tube (3) on which the thermoelectric elements (1n, 1p) are fitted, said anodized aluminum tube (3) ensuring self-centering of the thermoelectric elements (1n, 1p) prior to the brazing of the electrodes (15) thereof and electrically insulating said thermoelectric elements (1n, 1p).

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/046485 A1

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))*

La présente invention concerne un module thermo électrique comprenant au moins une pluralité d'éléments thermo électriques (1n,1p) en forme de cylindre ou de prisme droit et présentant un évidement central, susceptible de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre une première face dite extérieure (11a) définie par une surface de périphérie extérieure et une seconde face dite intérieure (11b) définie par une surface de périphérie intérieure, un premier fluide étant destiné à circuler à travers l'évidement central et un second fluide étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure, une électrode tubulaire dite intérieure (15) solidaire de la face intérieure de chaque élément thermo électrique (1n,1p), les électrodes intérieures (15) de deux éléments thermo électriques (1n,1p) adjacents étant brasées, et un tube d'aluminium anodisé (3) sur lequel sont montés les éléments thermo électriques (1n,1p), ledit tube d'aluminium anodisé (3) assurant un auto-centrage des éléments thermo électriques (1n,1p) avant la brasure de leurs électrodes (15) et assurant l'isolation électrique desdits éléments thermo électrique (1n,1p).

Module et dispositif thermo électriques, notamment destinés à générer un courant électrique dans un véhicule automobile, et procédé de fabrication d'un tel module

La présente invention se rapporte à un module et un dispositif thermo électriques, notamment destinés à générer un courant électrique dans un véhicule automobile, ainsi qu'à un procédé de fabrication d'un tel module thermo électrique.

Il a déjà été proposé des dispositifs thermo électriques, également appelés générateurs thermo électriques ou TEG selon l'acronyme anglo-saxon « ThermoElectric Generator », 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 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.

Des tels dispositifs sont particulièrement intéressants car ils permettent de produire de l'électricité à partir d'une conversion de la chaleur provenant des gaz d'échappement du moteur. Ils offrent ainsi la possibilité de réduire la consommation en carburant du véhicule en venant se substituer, au moins partiellement, à l'alternateur habituellement prévu dans celui-ci pour générer de l'électricité à partir d'une courroie entrainée par le vilebrequin du moteur.

Une contrainte rencontrée avec les dispositifs connus est qu'ils nécessitent qu'un très bon contact soit assuré entre les éléments thermo électriques et les tubes de manière à assurer une conduction satisfaisante

entre eux. Il faut ainsi disposer de tubes présentant une parfaite planéité et un excellent état de surface impactant le coût de revient du dispositif.

Plus la puissance électrique à fournir est forte, plus le nombre de tubes à empiler doit être grand et/ou plus la surface des tubes à employer doit être large, compliquant encore la bonne application des éléments thermo électriques sur les tubes.

Une première solution consiste à renforcer le contact grâce à des tirants externes exerçant un effort de compression sur l'empilement de tubes. Une telle solution est en outre réservée à des configurations dans lesquelles les tubes sont empilés les uns au-dessus des autres, ce qui limite les possibilités d'intégration dans une ligne d'échappement.

Une seconde solution consiste à utiliser de grandes surfaces élémentaires de compression telles que des ailettes. Toutefois, cette solution ne permet pas d'assurer un serrage homogène sur l'ensemble des éléments thermo électriques. En effet, afin d'assurer le serrage, il est nécessaire d'appliquer des forces de serrage importantes et des déformations des surfaces planes apparaissent au cours du temps.

On connait également des dispositifs thermo électriques de configuration cylindrique. Un tel dispositif est représenté sur la figure 1 et comprend un anneau support 1 chemisant une conduite de circulation des gaz d'échappement, non représentée, et sur lequel sont solidariser des éléments thermo électriques 2, lesdits éléments thermo électriques 2 étant solidarisés sur la paroi externe dudit anneau 1, et des seconds tubes 3 destinés à la circulation d'un fluide caloporteur d'un circuit de refroidissement, lesdits second tubes 3 s'étendant longitudinalement, c'est-à-dire parallèlement à l'axe longitudinal de la conduite de circulation des gaz d'échappement.

Afin de procurer un bon serrage de l'anneau sur la conduite de circulation des gaz d'échappement, ledit anneau est avantageusement déformable. Néanmoins, cet anneau procure une résistance thermique supplémentaire qui grève le rendement des éléments thermo électriques et il ne permet pas de rattraper suffisamment les défauts de forme des différents composants grevant également le rendement du dispositif thermo électrique.

Afin de remédier à ces inconvénients, Il a déjà été développé par la demanderesse un dispositif thermo électrique de configuration cylindrique, représenté sur la figure 2, comprenant au moins une pluralité de modules thermo électriques 4, chaque module thermo électrique 4 comprenant au moins un élément thermo électrique 2, permettant de créer un courant électrique à partir d'un gradient de température appliqué entre deux de leurs faces, dites faces de contact, et une pluralité de coins 5 venant en appui sur deux desdits modules thermo électriques 4 adjacents pour maintenir lesdits modules 4 autour d'un axe.

Cette configuration est facilement intégrable dans un conduit d'échappement de véhicule et elle procure un serrage symétrique et auto-équilibré des modules thermo-électriques 4 améliorant ainsi le transfert des calories et, in fine, le rendement desdits éléments thermo-électriques.

Toutefois, ces configurations présentent plusieurs inconvénients. Les éléments thermo électriques ainsi que les tubes de circulation d'un fluide caloporteur d'un circuit de refroidissement doivent être positionnés indépendamment pour être assemblés, ce qui grève le coût de fabrication de ces dispositifs thermo électriques. Par ailleurs, ces configurations nécessitent l'utilisation de pièces intermédiaires qui doivent être isolées électriquement pour éviter tout court circuit, grevant également le coût de fabrication. De plus, ces configurations nécessitent des résistances électriques additionnelles entre les éléments thermo électriques et les tubes de circulation du fluide caloporteur du circuit de refroidissement. Enfin, le morcellement de la section

de passage du fluide caloporteur du circuit de refroidissement en une multitude de petites tubulures procure une perte de charge importante qui nuit à l'efficacité de ces dispositifs thermo électriques.

L'invention se propose d'améliorer la situation et concerne à cet effet une module thermo électrique comprenant au moins une pluralité d'éléments thermo électriques en forme de cylindre ou de prisme droit et présentant un évidement central, susceptibles de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre une première face dite extérieure définie par une surface de périphérie extérieure et une seconde face dite intérieure définie par une surface de périphérie intérieure, un premier fluide étant destiné à circuler à travers l'évidement central et un second fluide étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure, ledit module comprenant en outre un tube sur lequel sont montés les éléments thermo électriques ledit tube étant configuré pour assurer un auto-centrage des éléments thermo électriques avant montage sur ledit tube.

Une telle solution facilite le montage du module et contribue à un bon contact entre les composants du module ce qui favorise son rendement.

Selon un aspect de l'invention, le tube est configuré pour être expansé pour réaliser le sertissage mécanique des éléments thermo électriques sur ledit tube. L'expansion du tube permet de réduire la perte de charge du premier fluide et, ainsi, d'améliorer l'efficacité du module thermo électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, chaque élément thermo électrique présente une forme de rondelle cylindrique muni d'un trou circulaire central.

Selon un aspect de l'invention, ledit tube comprend en outre une électrode tubulaire dite intérieure solidaire de la face intérieure de chaque

élément thermo électrique, ledit tube étant en contact avec lesdites électrodes (15).

Selon un mode de réalisation, les électrodes intérieures de deux éléments thermo électriques (1n,1p) adjacents sont brasées.

Selon un aspect de l'invention, chaque électrode consiste en un tube de section circulaire en cuivre et faisant saillie de l'une des faces dudit élément thermo électrique et étant en retrait de la face opposée à l'intérieur de l'évidement central.

Selon un aspect de l'invention, ledit tube est un tube anodisé de façon à assurer une isolation électrique, en particulier entre une âme dudit tube et lesdits électrodes intérieures.

Afin d'améliorer l'efficacité du module suivant l'invention, chaque élément thermo électrique pourra comporter des ailettes s'étendant depuis la face extérieure dudit élément thermo électrique et perpendiculairement à l'axe de son évidement central.

L'invention concerne aussi un dispositif thermo électrique comprenant une pluralité de modules tels que décrits précédemment.

Avantageusement, ledit dispositif est configuré pour être positionné dans un conduit de gaz d'échappement de véhicule automobile de sorte que lesdits gaz circulent entre les ailettes, lesdits gaz définissant le second fluide.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un module thermo électrique comprenant au moins une pluralité d'éléments thermo électriques en forme de cylindre ou de prisme droit et présentant un évidement central, susceptible de générer un courant électrique sous l'action

d'un gradient de température exercé entre une première face dite extérieure définie par une surface de périphérie extérieure et une seconde face dite intérieure définie par une surface de périphérie intérieure, un premier fluide étant destiné à circuler à travers l'évidement central et un second fluide étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure; ledit procédé comprenant au moins une étape d'emmanchement desdits éléments thermo électriques sur un tube, notamment un tube en aluminium anodisé, de diamètre externe tout juste inférieur au diamètre interne des électrodes desdits éléments thermo électriques.

Selon un aspect de l'invention, ledit procédé comprend en outre une étape d'expansion du tube depuis l'intérieur de ce dernier vers l'extérieur afin de sertir lesdits éléments thermo électriques (1n,1p) sur ledit tube.

Selon un aspect de l'invention, ledit module comprend en outre une électrode tubulaire dite intérieure solidaire de la face intérieure de chaque élément thermo électrique et ledit procédé comprend en outre une étape de soudure deux à deux des électrodes intérieures des éléments thermo électriques, notamment des éléments thermo électriques autocentrés sur le tube.

Selon un aspect de l'invention, l'expansion du tube est avantageusement réalisée par hydroformage à matrice fixe, les éléments thermo électriques formant la matrice fixe.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description suivante qui n'est donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter, accompagnée des dessins joints parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un premier module thermo électrique de configuration cylindrique de l'art antérieur,

- la figure 2 est une représentation schématique de côté d'un second module électrique de configuration cylindrique de l'art antérieur,
- la figure 3 est une vue en perspective d'un module thermo électrique conforme à l'invention,
- la figure 4 est une vue en perspective partielle du module thermo électrique conforme à l'invention,
- la figure 5 est une représentation schématique en coupe longitudinale du module thermo électrique conforme à l'invention.

Sur les figures, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes références.

Comme illustré sur les figures 3 à 5, l'invention concerne un module thermo électrique comprenant une pluralité d'éléments thermo électriques 10n,10p, en forme de cylindre ou de prisme droit et présentant un évidement central, susceptible de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre une première face dite extérieure 11a définie par une surface de périphérie extérieure et une seconde face dite intérieure 11b définie par une surface de périphérie intérieure, un premier fluide consistant dans le fluide caloporteur d'un circuit de refroidissement étant destiné à circuler à travers l'évidement central dans un tube 3 et un second fluide consistant dans les gaz chauds d'échappement étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure.

On notera que les faces extérieures 11a et intérieures 11b des éléments thermo électriques 1 sont par exemple circulaires. Toutefois, de façon plus générale, toute section de forme arrondie, telle qu'une forme ovale par exemple, et/ou polygonale est possible.

De tels éléments fonctionnent, selon l'effet Seebeck, en permettant de créer un courant électrique dans une charge connectée entre les faces intérieure 11b et extérieure 11a des éléments thermo électriques 1n,1p soumises au gradient de température. De façon connue de l'homme du métier, de tels éléments thermo électriques 1n,1p sont constitués, par exemple, de Bismuth et de Tellurium (Bi_2Te_3).

Les éléments thermo électriques pourront être, pour une première partie, des éléments 1p d'un premier type, dit P, 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 1n d'un second type, dit 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.

Aux figures 3 à 5, les éléments thermo électriques 1 représentés sont constitués d'un anneau en une seule pièce. Ils pourront cependant être formés de plusieurs pièces formant chacune une portion angulaire de l'anneau.

La surface extérieure 11a présente, par exemple, un rayon compris entre 1,5 et 4 fois le rayon de la surface intérieure 11b. Il pourra s'agir d'un rayon égal à environ 2 fois celui de la surface intérieure 11b.

Chaque élément thermo électrique 1 présente, par exemple, deux faces planes parallèles opposées. Autrement dit, l'anneau constituant chaque élément thermo électrique 1 est de section annulaire rectangulaire.

Lesdits éléments thermo électriques 1p, 1n sont disposés dans le prolongement longitudinal l'un de l'autre, notamment de façon coaxiale, et les éléments thermo électriques de type P alternent avec les éléments thermo électriques de type N, selon une direction D. Ils sont, notamment, de forme et

de dimension identiques. Ils pourront cependant présenter une épaisseur, c'est-à-dire une dimension entre leurs deux faces planes, différente d'un type à l'autre, notamment en fonction de leur conductivité électrique.

Lesdits éléments thermo électriques 1p, 1n sont groupés par paire, chaque paire étant formée d'un dit élément thermo électrique de type P et d'un dit élément thermo électrique de type N, et ledit module est configuré pour permettre une circulation de courant entre les premières surfaces des éléments thermo électriques 1 d'une même paire et une circulation de courant entre les secondes surfaces de chacun des éléments thermo électriques 1 de ladite même paire et l'élément thermo électrique 1 voisin de la paire voisine. On assure de la sorte une circulation en série du courant électrique entre les éléments thermo électriques 1p, 1n disposés les uns à côtés des autres selon la direction D.

Ledit module comprend en outre des moyens d'isolation électrique 12 disposés entre deux faces en vis-à-vis d'éléments thermo électriques voisins 1p, 1n selon la direction d'extension D longitudinale du tube 3.

En référence aux figures 3 à 5, ledit module comprend des premiers moyens de connexion électrique 13 reliant les surfaces de périphérie extérieure 11a de deux desdits éléments thermo électrique 1n et 1p, prévus adjacents et de types différents. Lesdits premiers moyens de connexion électrique consistent en une électrode tubulaire 12 dite extérieure solidaire de la face extérieure de chaque élément thermo électrique 1n, 1p, en cuivre permettant de braser deux éléments thermo électriques 1n, 1p contigus. Cette électrode tubulaire extérieure 13 présente une épaisseur comprise entre 0,1 et 0,3 mm pour des éléments thermo électriques 1n,1p présentant un diamètre externe compris entre 15 et 19 mm.

On observera que l'électrode extérieure 13 pourra consister dans toute couche de matière électriquement conductrice, telle qu'une couche de

Nickel par exemple sans sortir du cadre de l'invention. Par ailleurs, l'épaisseur de l'électrode extérieure 13 pourra aisément être déterminée par l'Homme du Métier et dépend, outre le matériau dans lequel elle est obtenue, du diamètre externe des éléments thermo électriques 1n,1p.

Accessoirement, ledit module comprend avantageusement des surfaces d'échange secondaire, en particulier des ailettes 14, avec le second fluide. On augmente de la sorte la surface d'échange entre les éléments thermo électriques 1 et ledit second fluide. Lesdites ailettes 14 sont disposées, par exemple, transversalement, en particulier radialement auxdits éléments thermo électriques 1. Elles sont ici positionnées parallèlement les unes aux autres avec un écartement permettant un bon échange de chaleur avec le second fluide tout en limitant les pertes de charges.

Lesdites ailettes 14 pourront comprendre un revêtement catalytique pour assurer une conversion catalytique de composants toxiques du second fluide. Dans le cas de gaz d'échappement, ledit module pourra de la sorte équiper un pot catalytique en complément ou substitution des composants servant classiquement à la catalyse dans de tels équipements.

Lesdites ailettes 14 sont fixées sur l'électrode extérieure 13 par sertissage et/ou brasage.

Par ailleurs, le module comprend des seconds moyens de connexion électrique consistant en une électrode dite intérieure 15 qui est constituée, par exemple, d'un tube de section circulaire en cuivre, solidaire de la face intérieure 11b de chaque élément thermo électrique 1n, 1p et faisant saillie de l'une des faces dudit élément thermo électrique 1n, 1p et étant en retrait de la face opposée à l'intérieur de l'évidement central. Ces moyens de connexion électrique permettent d'établir une connexion électrique entre les surfaces de périphérie intérieure de deux desdits éléments thermo électrique

1n, 1p, prévus adjacents, de types différents et non reliés par lesdits premiers moyens de connexion électrique.

Autrement dit, lesdits premiers 13 et seconds 15 moyens de connexion électrique relient deux à deux lesdits éléments thermo électriques 1n, 1p de façon à établir une circulation électrique en série entre lesdits éléments thermo électrique 1n,1p du module.

Le tube 3 sur lequel sont montés les éléments thermo électriques 1n,1p consiste en un tube en aluminium anodisé 3 de section circulaire et dont le diamètre externe tout juste inférieure au diamètre interne des éléments thermo électriques 1n,1p afin de permettre un enfilage desdits éléments thermo électriques 1n,1p avec un auto centrage des ces derniers. Après l'enfilage des éléments thermo électriques 1n, 1p sur le tube en aluminium anodisé 3, ce dernier est expansé pour réaliser le sertissage mécanique des éléments thermo électriques 1n,1p sur ledit tube 3.

L'expansion du tube en aluminium anodisé 3 permet de réduire la perte de charge du premier fluide et, ainsi, d'améliorer l'efficacité du module thermo électrique.

Par ailleurs, on comprend bien que le tube d'aluminium anodisé 3 permet d'auto centrer les éléments thermo électriques 1n,1p, de maintenir lesdits éléments thermo électriques 1n,1p par sertissage mécanique, de réduire la résistance thermique totale entre le fluide caloporteur, c'est-à-dire le premier fluide, et les éléments thermo électriques en utilisant qu'une seule pièce. De plus, le tube en aluminium étant anodisé, l'isolation électrique des éléments thermo électriques 1n,1p est assurée sans utiliser de pièce additionnelle.

Ainsi, le procédé de fabrication du module consiste à emmancher lesdits éléments thermo électriques 1n,1p sur un tube en aluminium anodisé

3 de diamètre externe tout juste inférieur au diamètre interne des électrodes intérieures 15 desdits éléments thermo électriques 1n,1p, à souder deux à deux les électrodes intérieures 15 des éléments thermo électriques 1n,1p autocentrés sur le tube d'aluminium anodisé 3, puis à procurer une expansion du tube d'aluminium anodisé 3 depuis l'intérieur de ce dernier vers l'extérieur afin de sertir lesdits éléments thermo électriques 1n,1p sur ledit tube 3. De préférence, l'expansion du tube d'aluminium anodisé 3 est réalisée par hydroformage à matrice fixe, les éléments thermo électriques 1n,1p formant alors la matrice fixe. Toutefois, l'expansion du tube anodisé 3 pourra être réalisée par tout autre procédé bien connu de l'homme du métier.

On comprend bien que, selon le ou les modes de réalisation avantageux de l'invention évoqué plus haut, le tube d'aluminium anodisé permet d'auto centrer les éléments thermo électriques, de maintenir lesdits éléments thermo électriques par sertissage mécanique, de réduire la résistance thermique totale entre le fluide caloporteur, c'est-à-dire le premier fluide, et les éléments thermo électriques en utilisant qu'une seule pièce. De plus, le tube en aluminium étant anodisé, l'isolation électrique des éléments thermo électriques est assurée sans utiliser de pièce additionnelle.

Il est bien entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisations décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées.

REVENDICATIONS

1. Module thermo électrique comprenant au moins une pluralité d'éléments thermo électriques (1n,1p) en forme de cylindre ou de prisme droit et présentant un évidement central, susceptibles de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre une première face dite extérieure (11a) définie par une surface de périphérie extérieure et une seconde face dite intérieure (11b) définie par une surface de périphérie intérieure, un premier fluide étant destiné à circuler à travers l'évidement central et un second fluide étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure, ledit module comprenant en outre un tube (3) sur lequel sont montés les éléments thermo électriques (1n,1p), ledit tube (3) étant configuré pour assurer un auto-centrage des éléments thermo électriques (1n,1p) avant montage sur ledit tube (3).

2. Module selon la revendication 1 dans lequel ledit tube est un tube anodisé de façon à assurer une isolation électrique.

3. Module selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 dans lequel le tube (3) configuré pour être expansé pour réaliser le sertissage mécanique des éléments thermo électriques (1n,1p) sur ledit tube (3).

4. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 dans lequel chaque élément thermo électrique (1n,1p) présente une forme de rondelle cylindrique muni d'un trou circulaire central.

5. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 comprenant en outre une électrode tubulaire dite intérieure (15) solidaire de la face intérieure de chaque élément thermo électrique (1n,1p), ledit tube (3) étant en contact avec lesdites électrodes (15).

6. Module selon la revendication précédente dans lequel les électrodes intérieures (15) de deux éléments thermo électriques (1n,1p) adjacents sont brasées.

7. Module selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6 dans lequel chaque électrode (15) consiste en un tube de section circulaire en cuivre et faisant saillie de l'une des faces dudit élément thermo électrique (1n,1p) et étant en retrait de la face opposée à l'intérieur de l'évidement central.

8. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dans lequel chaque élément thermo électrique (1n,1p) comporte des ailettes (14) s'étendant depuis la face extérieure dudit élément thermo électrique (1n,1p) et perpendiculairement à l'axe de son évidement central.

9. Dispositif thermo électrique comprenant au moins un module selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 précédentes.

10. Dispositif thermo électrique selon la revendication 9 configuré pour être positionné dans un conduit de gaz d'échappement de véhicule automobile, lesdits gaz définissant le second fluide.

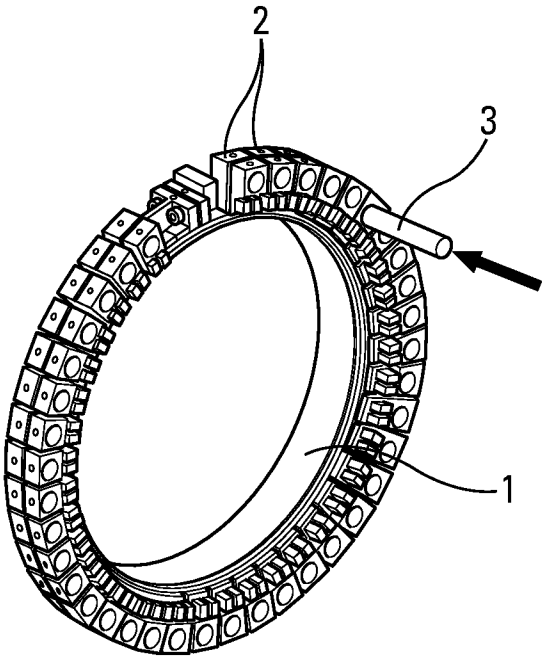
11. Procédé de fabrication d'un module thermo électrique comprenant au moins une pluralité d'éléments thermo électriques (1n,1p) en forme de cylindre ou de prisme droit et présentant un évidement central, susceptible de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre une première face dite extérieure (11a) définie par une surface de périphérie extérieure et une seconde face dite intérieure (11b) définie par une surface de périphérie intérieure, un premier fluide étant destiné à circuler à travers l'évidement central et un second fluide étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure; ledit procédé comprenant au moins une étape d'emmanchement desdits éléments thermo électriques (1n,1p) sur un tube (3) de diamètre externe tout juste inférieur au

diamètre interne des électrodes intérieures (15) desdits éléments thermo électriques (1n,1p).

12. Procédé selon la revendication précédente comprenant en outre une étape d'expansion du tube (3) depuis l'intérieur de ce dernier vers l'extérieur afin de sertir lesdits éléments thermo électriques (1n,1p) sur ledit tube (3).

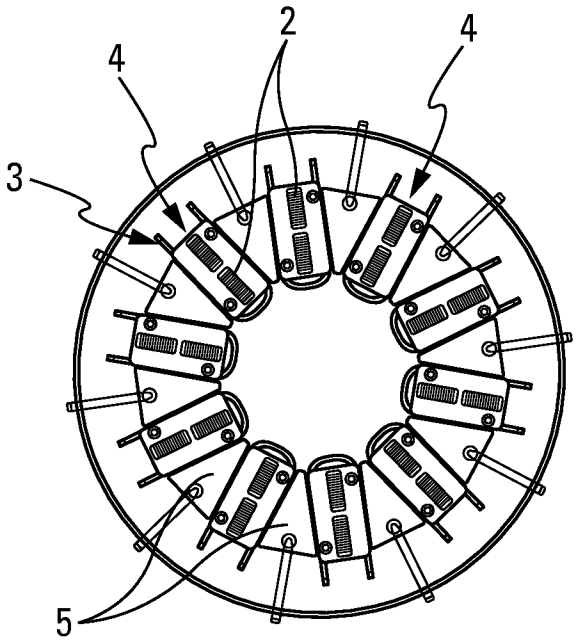
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12 dans lequel ledit module comprend en outre une électrode tubulaire dite intérieure (15) solidaire de la face intérieure (11b) de chaque élément thermo électrique (1n,1p) ; ledit procédé comprenant en outre une étape de soudure deux à deux des électrodes intérieures (15) des éléments thermo électriques (1n,1p).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13 dans lequel l'expansion du tube (3) est réalisée par hydroformage à matrice fixe, les éléments thermo électrique (1n,1p) formant la matrice fixe.



Art antérieur

Fig. 1



Art antérieur

Fig. 2

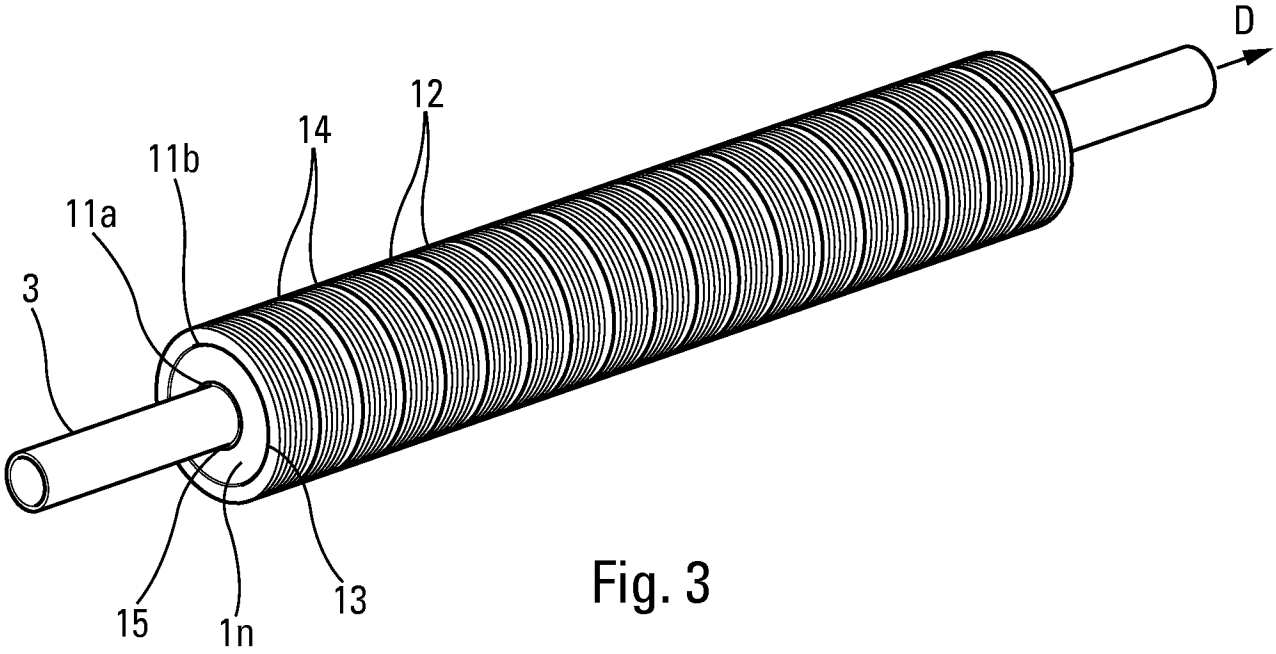


Fig. 3

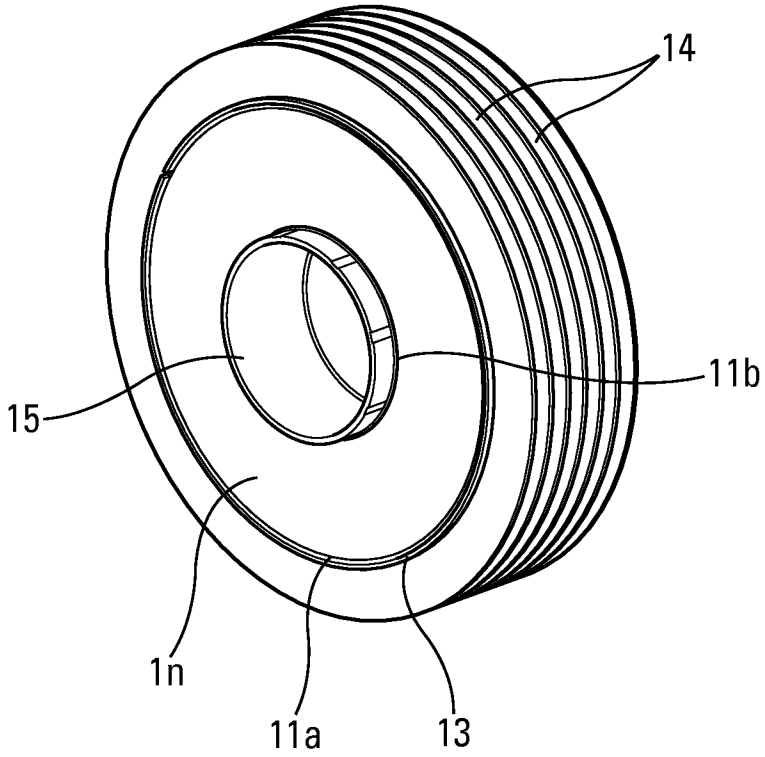


Fig. 4

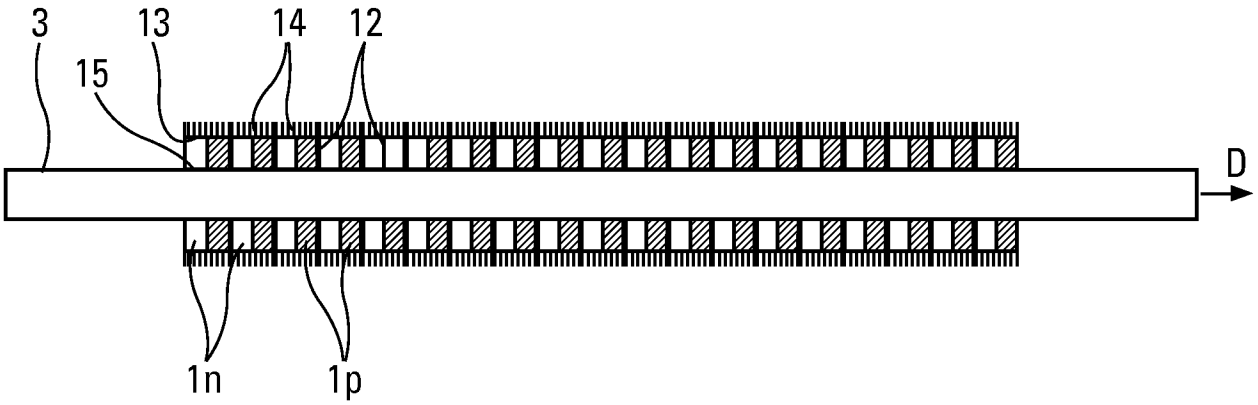


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/052258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L35/30 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	FR 2 977 374 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES) 4 January 2013 (2013-01-04) abstract figures 1,2,4 paragraph [0054] -----	1,3,4,6, 9-14 2,5,7,8
Y	US 2013/104953 A1 (POLIQUIN ERIC [US] ET AL) 2 May 2013 (2013-05-02) abstract paragraph [0209]; figure 30A -----	2
Y	JP 2006 086402 A (HITACHI METALS LTD) 30 March 2006 (2006-03-30) abstract figure 5 -----	5,7
	-/--	

[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
26 October 2016	03/11/2016

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	Deconinck, Eric

1

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/052258

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/102218 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]; SIMONIN MICHEL [FR]) 3 July 2014 (2014-07-03) abstract figures 3,4 -----	8

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2016/052258

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2977374 A1	04-01-2013	EP 2541634 A1	02-01-2013
		FR 2977374 A1	04-01-2013
US 2013104953 A1	02-05-2013	EP 2719015 A2	16-04-2014
		JP 5908975 B2	26-04-2016
		JP 2014522577 A	04-09-2014
		KR 20140027430 A	06-03-2014
		US 2013104953 A1	02-05-2013
		WO 2012170443 A2	13-12-2012
JP 2006086402 A	30-03-2006	NONE	
WO 2014102218 A1	03-07-2014	EP 2939280 A1	04-11-2015
		FR 3000614 A1	04-07-2014
		KR 20150091128 A	07-08-2015
		US 2015357546 A1	10-12-2015
		WO 2014102218 A1	03-07-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052258

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L35/30 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y	FR 2 977 374 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES) 4 janvier 2013 (2013-01-04) abrégé figures 1,2,4 alinéa [0054] -----	1,3,4,6, 9-14 2,5,7,8
Y	US 2013/104953 A1 (POLIQUIN ERIC [US] ET AL) 2 mai 2013 (2013-05-02) abrégé alinéa [0209]; figure 30A -----	2
Y	JP 2006 086402 A (HITACHI METALS LTD) 30 mars 2006 (2006-03-30) abrégé figure 5 ----- -/--	5,7

[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
26 octobre 2016	03/11/2016

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	Deconinck, Eric

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052258

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2014/102218 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]; SIMONIN MICHEL [FR]) 3 juillet 2014 (2014-07-03) abrégé figures 3,4 -----	8

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052258

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2977374 A1	04-01-2013	EP 2541634 A1	02-01-2013
		FR 2977374 A1	04-01-2013
US 2013104953 A1	02-05-2013	EP 2719015 A2	16-04-2014
		JP 5908975 B2	26-04-2016
		JP 2014522577 A	04-09-2014
		KR 20140027430 A	06-03-2014
		US 2013104953 A1	02-05-2013
		WO 2012170443 A2	13-12-2012
JP 2006086402 A	30-03-2006	AUCUN	
WO 2014102218 A1	03-07-2014	EP 2939280 A1	04-11-2015
		FR 3000614 A1	04-07-2014
		KR 20150091128 A	07-08-2015
		US 2015357546 A1	10-12-2015
		WO 2014102218 A1	03-07-2014