

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/046487 A1

(43) Date de la publication internationale
23 mars 2017 (23.03.2017)

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

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/052260

(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 :
1558640 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). SERVAN-
TIE, Ambroise; 3 rue Emile Salmson, 53000 Laval (FR).

(74) Mandataire : TRAN, Chi-Hai; Valeo Systemes Ther-
miques, 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

(54) Titre : MODULE ET DISPOSITIF THERMO ÉLECTRIQUES, NOTAMMENT DESTINÉS A GÉNÉRER UN COURANT
ÉLECTRIQUE DANS UN VÉHICULE AUTOMOBILE

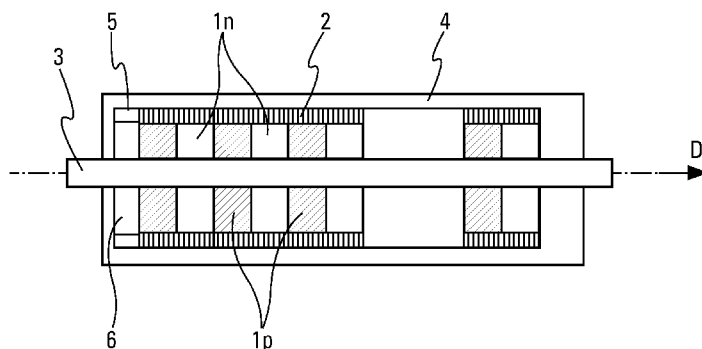


Fig. 2

(57) Abstract : The present invention relates to a thermoelectric module including a plurality of thermoelectric elements (1n, 1p) having a first expansion coefficient, 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 defined by an outer peripheral surface and a second so-called inner surface defined by an inner peripheral surface, a first fluid being intended to flow through the central cavity and a second fluid being intended to flow around the outer periphery, and a housing (4) made of a material having a second expansion coefficient less than that of the first expansion coefficient of the thermoelectric elements (1n, 1p) and covering the latter, said housing (4) including at least one expansion compensation space (5) in which extends at least one deformable element (6) abutting against the inner wall of the housing (4) and at least one thermoelectric element (1n, 1p).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/046487 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 une pluralité d'éléments thermo électriques (1n,1p) ayant un premier coefficient de dilatation, 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, et une enveloppe (4) obtenue dans un matériau présentant un second coefficient de dilatation inférieur au premier coefficient de dilatation des éléments thermo électriques (1n,1p) et coiffant ces derniers, ladite enveloppe (4) comprenant au moins un volume de compensation (5) de la dilatation dans lequel s'étend au moins un élément déformable (6) en appui sur la paroi interne de l'enveloppe (4) et au moins un élément thermo électrique (1n,1p).

**Module et dispositif thermo électriques, notamment destinés à
générer un courant électrique dans un véhicule automobile**

La présente invention se rapporte à un module et un dispositif
5 thermo électriques, notamment destinés à générer un courant électrique
dans un véhicule automobile.

Dans le domaine automobile, a déjà été proposé des dispositifs
thermo électriques, également appelés générateurs thermo électriques ou
10 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
15 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
20 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
25 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 entraînée par le vilebrequin du
moteur.

30 Il a déjà été développé par la demanderesse des éléments thermo
électriques de forme annulaire dans lesquels le gradient de température
permettant de générer le courant électrique est imposé entre deux de leurs

faces cylindriques opposées, le fluide chaud et le fluide froid circulant coaxialement, l'un à l'intérieur de l'anneau et l'autre à l'extérieur. Ce type d'éléments thermo électriques présente des difficultés d'intégration qui entraînent l'engagement d'une quantité importante de matière grevant le
5 coût de revient et augmentant l'inertie thermique du dispositif.

Afin de remédier à ces inconvénients, la demanderesse a développé un module thermo électrique comportant des éléments thermo électriques de forme annulaire dans lesquels le premier fluide et le second fluide circulent
10 de manière transversale l'un par rapport à l'autre. Un tel module thermo électrique est représenté sur la figure 1 et comporte une pluralité d'éléments thermo électriques 1n, 1p de forme annulaires disposés dans le prolongement longitudinal l'un de l'autre de façon coaxiale, avec par exemple une alternance d'éléments thermo électriques de type N et d'éléments thermo
15 électriques de type P. Chaque élément thermo électrique 1n, 1p comporte des ailettes 2 s'étendant depuis la périphérie extérieure, transversalement et radialement. Ces ailettes 2, usuellement obtenues dans de l'aluminium ou de l'inox et serties sur le diamètre extérieure des anneaux des éléments thermo électriques 1n, 1p, permettent de favoriser les échanges thermiques avec les
20 gaz chauds d'échappement qui circulent à travers lesdites ailettes 2, un fluide froid circulant au centre des éléments thermo électriques à travers un tube 3 en aluminium, et extraire le maximum de chaleur des gaz d'échappement qui circulent dans une enveloppe 4 coiffant lesdits éléments thermo électriques 1n, 1p et les ailettes 2, pour transférer ladite chaleur
25 aux matériaux thermo électriques.

Dans ce type d'assemblage, les éléments thermo électriques 1n, 1p sont en appui contre les parois d'extrémités de l'enveloppe 4 cylindrique et des dilatations différentielles apparaissent entre les différents éléments qui
30 sont obtenus dans des matériaux différents. Ainsi, les éléments thermo électriques 1n, 1p étant généralement constitués de Bismuth et de Tellurium (Bi_2Te_3), le tube 3 étant obtenu en aluminium et l'enveloppe 4 étant obtenue

dans de la céramique moulée, du mica extrudé ou encore de l'alumine qui ont des coefficients très différents, d'un facteur 2 à 3, des écarts dimensionnels longitudinaux de plusieurs millimètres peuvent apparaître, lesdits écarts dimensionnels étant susceptibles d'endommager soit l'enveloppe 4 soit les
5 éléments thermo électriques 1n, 1p. Par exemple, l'enveloppe 4 subit une faible dilatation longitudinale, représentée par la flèche a, alors que le tube 3 subit une forte dilatation longitudinale, représentée par la flèche b, lorsque les gaz d'échappement d'une température d'environ 650°C circulent dans ladite enveloppe 4.

10

L'invention se propose d'améliorer la situation et concerne à cet effet un module thermo électrique comprenant une pluralité d'éléments thermo électriques ayant un premier coefficient de dilatation, lesdits éléments thermo électriques étant susceptibles de générer un courant électrique sous
15 l'action d'un gradient de température exercé entre une première face dite extérieure et une seconde face dite intérieure, lesdits éléments thermo électriques étant empilés selon une direction d'empilement, ledit module comprenant en outre une couche obtenue dans un matériau présentant un second coefficient de dilatation inférieur au premier coefficient de dilatation
20 des éléments thermo électriques et coiffant ces derniers, ledit module comprenant au moins un volume de compensation de la dilatation, situé dans le prolongement desdits éléments thermo électriques dans ladite direction d'empilement et dans lequel s'étend au moins un élément déformable.

25 On comprend bien que le volume de compensation et le ou les éléments déformables permettent d'absorber les écarts de longueur, en particulier entre le corps rigide en céramique et les éléments thermo électriques, écarts qui peuvent être de plusieurs millimètres lors du fonctionnement en température élevée, de l'ordre de 650°C, et éviter une
30 rupture soit de la céramique soit des éléments thermo électriques.

Selon un aspect de l'invention, lesdits éléments thermo électriques sont en forme de cylindre ou de prisme droit et présentant un évidement central. Lesdites faces extérieures sont définies par des surfaces de périphérie extérieure des éléments thermo électriques. Lesdites faces intérieures sont
5 définies par des surfaces de périphérie intérieure desdits éléments thermo électriques. Un premier fluide est destiné à circuler à travers l'évidement central et un second fluide étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure.

10 Selon un aspect de l'invention, ledit matériau présentant un second coefficient de dilation forme une enveloppe coiffant lesdits éléments thermo électriques.

Ladite enveloppe pourra comprendre le ou lesdits volumes de compensation de la dilatation.

15 Ledit élément déformable pourra être en appui sur une paroi interne de l'enveloppe et/ou sur au moins un élément thermo électrique.

Selon un aspect de l'invention, ledit élément déformable consiste en une rondelle obtenue dans un matériau souple et résistant à des
20 températures jusqu'à 800°C.

Selon un exemple de réalisation, ledit élément déformable consiste en une rondelle en graphite.

25 De manière avantageuse, chaque rondelle formant un élément déformable présente une épaisseur supérieure à 2 mm.

Selon un aspect de l'invention, ledit élément déformable consiste en une rondelle ressort.

30

De manière avantageuse, la rondelle ressort est obtenue dans un alliage métallique présentant un point de fusion supérieur à 1000°C et un coefficient de dilatation thermique à 20-100°C inférieur à $15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

5 Selon un aspect de l'invention, la rondelle ressort est obtenue dans un alliage métallique comportant au moins du Fer, du Nickel et du Chrome.

Selon un exemple de réalisation, la rondelle ressort consiste en une rondelle de type Belleville et/ou en une rondelle ondulée.

10

Selon un autre aspect de l'invention, ledit élément déformable consiste en une chambre pneumatique.

15 Selon un aspect de l'invention, les éléments thermo électriques sont empilés sur un tube, ledit tube s'étendant dans les évidements centraux desdits éléments thermo électriques et dans un évidement central dudit ou desdits élément(s) déformable(s).

20 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 dans l'enveloppe, lesdits gaz définissant le second fluide.

25

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 :

30 - la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un module électrique de l'art antérieur comportant une pluralité d'éléments thermo électriques coiffés par une enveloppe,

- la figure 2 est une représentation schématique en coupe longitudinale d'un module thermo électrique conforme à l'invention,
- la figure 3 est une représentation schématique en coupe longitudinale d'une variante d'exécution du module thermo électrique conforme à l'invention.

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

10

Comme illustré à la figure 2, l'invention concerne un module thermo électrique, ledit module comprend au moins un élément thermo électrique 1, ici 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 définie par une surface de périphérie extérieure et une seconde face dite intérieure définie par une surface de périphérie intérieure, le second fluide étant destiné à circuler à travers l'évidement central et le premier fluide étant destiné à circuler autour de la périphérie extérieure, et une enveloppe 4 coiffant le ou lesdits éléments thermo électriques 1.

On notera que les faces extérieures et intérieures 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 et extérieure des éléments thermo électriques 1n,1p soumises au gradient de température. De façon connue de l'homme du métier, de tels éléments 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
5 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.

10 Lesdits 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 présente, par exemple, un rayon compris entre
15 1,5 et 4 fois le rayon de la surface intérieure. Il pourra s'agir d'un rayon égal à environ 2 fois celui de la surface intérieure.

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

Lesdits éléments thermo électriques 1p, 1n sont disposés, par exemple, dans le prolongement longitudinal l'un de l'autre, notamment de façon coaxiale, et les éléments thermo électriques de type P alternent avec les
25 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.

30

Lesdits éléments thermo électriques 1p, 1n sont, par exemple, 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.

10 Pour la circulation des fluides, le module conforme à l'invention pourra comprendre un canal de circulation de liquide froid au contact de ladite seconde surface desdits éléments thermo électriques 1p, 1n.

Selon ce qui précède, le canal de circulation de liquide froid est unique, placé au centre du module, et est constitué d'un tube en aluminium par exemple. Selon une variante, il pourra être prévu une pluralité de canaux de circulation de liquide froid.

Le ou lesdits canaux de circulation de liquide sont, par exemple, de section circulaire.

Ainsi, ledit module comprend un tube 3 de circulation de liquide froid sur lequel sont montés une pluralité d'éléments thermo électriques 1 du même type alternant selon la direction d'extension longitudinale D du tube 3 avec un élément thermo électrique de l'autre type, ladite direction D correspondant à une direction d'empilement desdits éléments thermo électriques.

Ledit module pourra comprendre en outre des moyens d'isolation électrique, non représentés sur les figures, 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.

Ledit module pourra en outre comprendre des premiers moyens de connexion électrique, non représentés sur les figures, reliant les surfaces de périphérie extérieur de deux desdits éléments thermo électrique, prévus
5 adjacents et de types différents. Lesdits premiers moyens de connexion électrique comprennent, par exemple, une couche de matière électriquement conductrice, notamment en cuivre et/ou en nickel, de revêtement desdits éléments thermo électriques 1p, 1n.

10 Ledit module pourra comprendre accessoirement des surfaces d'échange secondaire, en particulier des ailettes 2, 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 2 sont disposées, par exemple, transversalement, en particulier radialement auxdits éléments
15 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 2 pourront être décentrées par rapport auxdits éléments thermo électriques 1p, 1n, notamment allongées du côté de l'arrivée du second fluide.

20 Lesdites ailettes 2 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
25 servant classiquement à la catalyse dans de tels équipements.

Lesdites ailettes 2 sont fixées, par exemple, sur lesdits premiers moyens de connexion électrique, notamment par sertissage et/ou brasage.

30 Le module pourra en outre comprendre des seconds moyens de connexion électrique établissant une connexion électrique entre les surfaces de périphérie intérieur 11b de deux desdits éléments thermo électrique 1,

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

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

Selon l'invention, l'enveloppe 4 qui présente un second coefficient de dilatation thermique inférieur au premier coefficient de dilatation thermique des éléments thermo électriques 1 comporte un volume 5 dit de compensation de la dilatation dans lequel s'étend au moins un élément déformable 6 ici en appui sur la paroi interne de l'enveloppe 4, à l'une des extrémités de ladite enveloppe 4, et sur un élément thermo électrique 1. Dans l'exemple de réalisation représenté sur la figure 1, ledit élément déformable consiste en une rondelle circulaire 6 obtenue dans un matériau souple et résistant à des températures jusqu'à 800°C. Ladite rondelle 6 consiste, par exemple, en une rondelle en graphite présentant une épaisseur supérieure à 2 mm, et dans le trou central de laquelle s'étend le tube 3. Toutefois, il est bien évident que le volume de compensation 5 pourra recevoir plusieurs éléments déformables 6 telles que des rondelles en graphite. On notera que les dimensions du volume de compensation 5, ainsi que les dimensions et le nombre d'éléments déformables, pourront aisément être déterminés par l'homme du métier et dépendront notamment des dimensions de chaque module thermo électrique ainsi que des coefficients de dilatation des éléments thermo électriques 1, du tube 3 et de l'enveloppe 4.

Selon une variante d'exécution, non représentée sur les figures, le module thermo électrique suivant l'invention comporte deux volumes de compensation, un volume de compensation 5 à chacune des extrémités de l'enveloppe 4, afin de compenser une très forte dilatation notamment dans le cas de modules de grande longueur par exemple.

Ainsi, le volume de compensation 5 et le ou les éléments déformables 6 permettent d'absorber les écarts de longueur entre le corps rigide en céramique de l'enveloppe 4 et les éléments thermo électriques 1 et/ou le tube 3, écarts qui peuvent être de plusieurs millimètres lors du fonctionnement en température élevée, de l'ordre de 650°C. De cette manière, la dilatation des différents éléments est absorbée afin d'éviter une rupture soit de l'enveloppe 4 en céramique soit des éléments thermo électriques 1.

10

Dans un second exemple de réalisation, en référence à la figure 3, l'enveloppe 4 qui, de la même manière que précédemment, présente un second coefficient de dilatation thermique inférieur au premier coefficient de dilatation thermique des éléments thermo électriques 1 comporte un volume 5 dit de compensation de la dilatation dans lequel s'étend au moins un élément déformable 6 ici en appui sur la paroi interne de l'enveloppe 4, à l'une des extrémités de ladite enveloppe 4, et sur un élément thermo électrique 1. Cet exemple de réalisation diffère de celui précédemment décrit par le fait que l'élément déformable 6 consiste en une rondelle ressort telle qu'une rondelle de type Belleville ou une rondelle ondulée par exemple dans le trou central de laquelle s'étend le tube 3. Ladite rondelle ressort est avantageusement obtenue dans un alliage métallique présentant un point de fusion supérieur à 1000°C et un coefficient de dilatation thermique à 20-100°C inférieur à $15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Ladite rondelle ressort pourra par exemple être obtenue dans un alliage métallique comportant au moins du Fer, du Nickel et du Chrome.

De la même manière que précédemment, le module thermo électrique suivant l'invention pourra comporter deux volumes de compensation, un volume de compensation 5 à chacune des extrémités de l'enveloppe 4 sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

30

Accessoirement, le ou les éléments déformables 6 pourront consister en tout élément déformable bien connu de l'homme du métier tel qu'une chambre pneumatique ou hydraulique par exemple.

- 5 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.

REVENDEICATIONS

1. Module thermo électrique comprenant une pluralité d'éléments thermo électriques (1n,1p) ayant un premier coefficient de dilatation, lesdits éléments thermo électriques étant susceptibles de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre
5 une première face dite extérieure et une seconde face dite intérieure, lesdits éléments thermo électriques étant empilés selon un direction d'empilement, ledit module comprenant en outre un couche(4) obtenue dans un matériau présentant un second coefficient de dilatation inférieur au premier coefficient de dilatation des éléments thermo électriques (1n,1p) et coiffant ces derniers,
10 ledit module comprenant au moins un volume de compensation (5) de la dilatation, situé dans le prolongement desdits éléments thermo électriques dans ladite direction d'empilement et dans lequel s'étend au moins un élément déformable (6).
- 15 2. Module selon la revendication 1 dans lequel ledit élément déformable (6) consiste en une rondelle obtenue dans un matériau souple et résistant à des températures jusqu'à 800°C.
3. Module selon la revendication 2 dans lequel ledit
20 élément déformable (6) consiste en une rondelle en graphite.
4. Module selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3 dans lequel chaque rondelle formant un élément déformable (6) présente une épaisseur supérieure à 2 mm.
- 25 5. Module selon la revendication 1 dans lequel ledit élément déformable (6) consiste en une rondelle ressort.
6. Module selon la revendication 1 dans lequel la rondelle
30 ressort est obtenue dans un alliage métallique présentant un point de fusion

supérieur à 1000°C et un coefficient de dilatation thermique à 20-100°C inférieur à $15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

7. Module selon l'une quelconque des revendications 5 ou
5 6 dans lequel la rondelle ressort est obtenue dans un alliage métallique comportant au moins du Fer, du Nickel et du Chrome.

8. Module selon l'une quelconque des revendications 5 à 7
dans lequel la rondelle ressort consiste en une rondelle de type belleville.
10

9. Module selon l'une quelconque des revendications 5 à 7
dans lequel la rondelle ressort consiste en une rondelle ondulée.

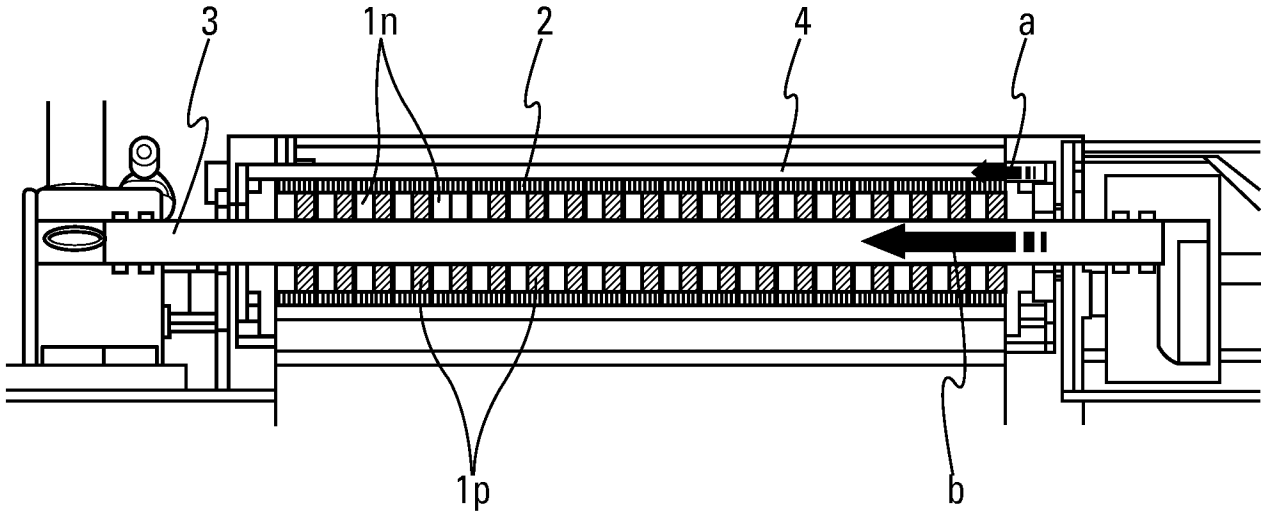
10. Module selon la revendication 1 dans lequel ledit
15 élément déformable (6) consiste en une chambre pneumatique.

11. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à
10 dans lequel les éléments thermo électriques (1n,1p) sont empilés sur un
tube (3), ledit tube (3) s'étendant dans des évidements centraux desdits
20 éléments thermo électriques (1n,1p) et dans un évidement central dudit ou
desdits élément(s) déformable(s) (6).

12. Dispositif thermo électrique comprenant au moins un
module selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 précédentes.
25

13. Dispositif thermo électrique selon la revendication 12
configuré pour être positionné dans un conduit de gaz d'échappement de
véhicule automobile.

1/2



Art antérieur

Fig. 1

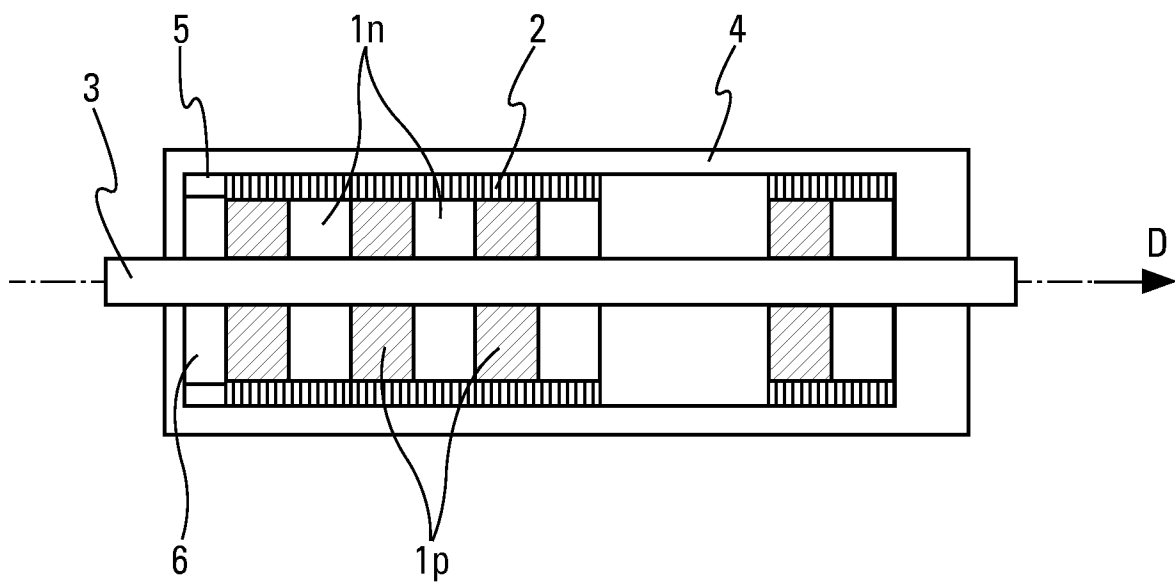


Fig. 2

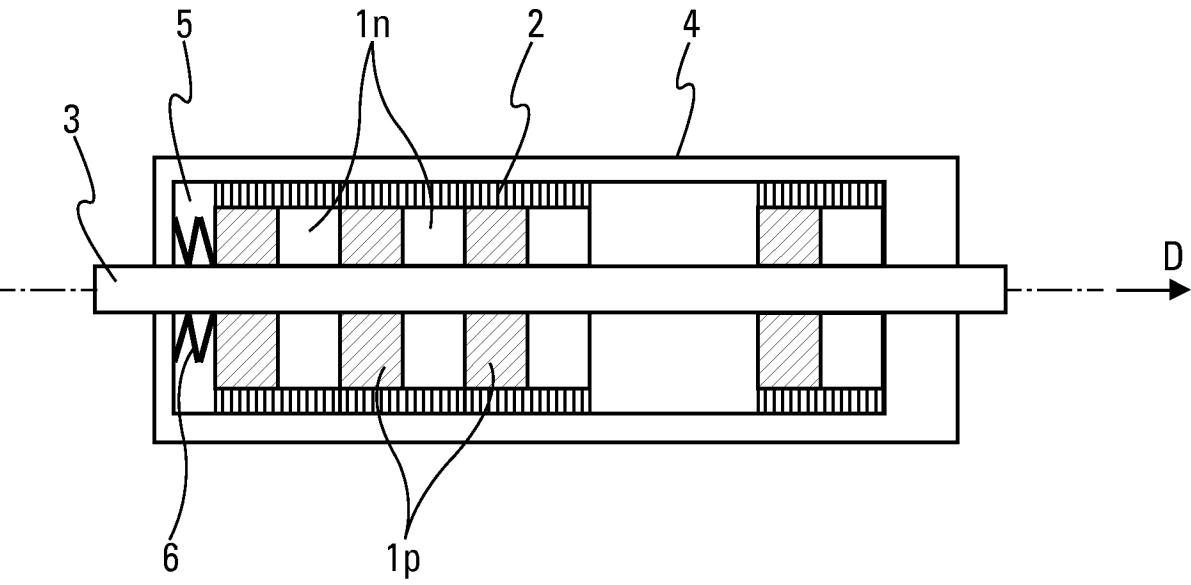


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/052260

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01L35/06
 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	US 2012/018835 A1 (SAWABE YOSHINARI [JP] ET AL) 26 January 2012 (2012-01-26) abstract figures 1-3 paragraphs [0058] - [0060] -----	1,2,4,5, 12,13
X	FR 2 888 992 A1 (FONDIS SA [FR]) 26 January 2007 (2007-01-26) abstract figure 1 -----	1,2,4,5, 12,13
X	DE 10 2010 035151 A1 (EMITEC EMISSIONSTECHNOLOGIE [DE]) 23 February 2012 (2012-02-23) abstract figures 4-6 paragraph [0038] -----	1,2,4,5, 11-13



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

26 October 2016

Date of mailing of the international search report

03/11/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Deconinck, Eric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/052260

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2012018835	A1	26-01-2012	CN 102439743 A	02-05-2012
			JP 5295824 B2	18-09-2013
			JP 2010212339 A	24-09-2010
			US 2012018835 A1	26-01-2012
			WO 2010103977 A1	16-09-2010

FR 2888992	A1	26-01-2007	NONE	

DE 102010035151	A1	23-02-2012	CN 103180984 A	26-06-2013
			DE 102010035151 A1	23-02-2012
			EP 2619811 A2	31-07-2013
			JP 5890414 B2	22-03-2016
			JP 2013539599 A	24-10-2013
			KR 20130073937 A	03-07-2013
			RU 2013112786 A	27-09-2014
			US 2013160807 A1	27-06-2013
			WO 2012025475 A2	01-03-2012

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/052260

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L35/06
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	US 2012/018835 A1 (SAWABE YOSHINARI [JP] ET AL) 26 janvier 2012 (2012-01-26) abrégé figures 1-3 alinéas [0058] - [0060] -----	1,2,4,5, 12,13
X	FR 2 888 992 A1 (FONDIS SA [FR]) 26 janvier 2007 (2007-01-26) abrégé figure 1 -----	1,2,4,5, 12,13
X	DE 10 2010 035151 A1 (EMITEC EMISSIONSTECHNOLOGIE [DE]) 23 février 2012 (2012-02-23) abrégé figures 4-6 alinéa [0038] -----	1,2,4,5, 11-13



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

26 octobre 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/11/2016

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

Deconinck, Eric

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/052260

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012018835 A1	26-01-2012	CN 102439743 A	02-05-2012
		JP 5295824 B2	18-09-2013
		JP 2010212339 A	24-09-2010
		US 2012018835 A1	26-01-2012
		WO 2010103977 A1	16-09-2010

FR 2888992 A1	26-01-2007	AUCUN	

DE 102010035151 A1	23-02-2012	CN 103180984 A	26-06-2013
		DE 102010035151 A1	23-02-2012
		EP 2619811 A2	31-07-2013
		JP 5890414 B2	22-03-2016
		JP 2013539599 A	24-10-2013
		KR 20130073937 A	03-07-2013
		RU 2013112786 A	27-09-2014
		US 2013160807 A1	27-06-2013
		WO 2012025475 A2	01-03-2012
