

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 035 542

21 N° d'enregistrement national : 15 53748

51 Int Cl⁸ : H 01 L 35/32 (2016.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.04.15.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.10.16 Bulletin 16/43.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : AZZOUZ KAMEL et TRAORE
ISSIAKA.

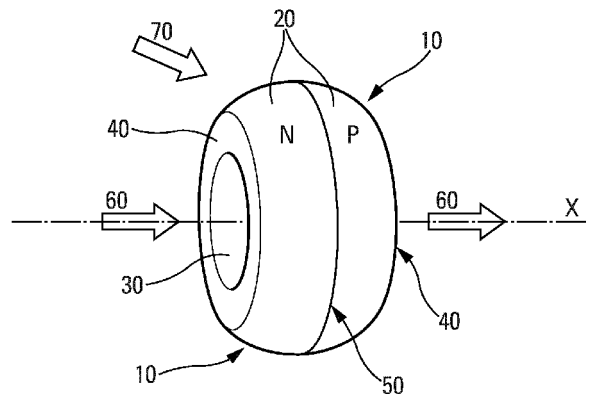
73 Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée.

54 ELEMENT THERMOELECTRIQUE ET DISPOSITIF COMPRENANT UN TEL ELEMENT THERMOELECTRIQUE.

57 Elément thermoélectrique 10 susceptible de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre deux de ses faces, dites première 20 et seconde 30 faces actives, la première face active 20 étant destinée à échanger thermiquement avec une source chaude 70 du gradient de température, et la deuxième face active 30 étant destinée à échanger thermiquement avec une source froide 60 du gradient de température.

Cet élément thermoélectrique se caractérise en ce que qu'il consiste en un tronçon hémisphérique d'axe central X, doté d'un trou débouchant concentrique, ledit tronçon comportant une surface extérieure de courbure sphérique correspondant à la première face active 20, une surface intérieure cylindrique délimitant le trou et correspondant à la deuxième face active 30, une première 40 et une deuxième 50 faces latérales d'allure parallèle, le diamètre de l'élément thermoélectrique 10 augmentant depuis la première face latérale 40 vers la deuxième face latérale 50.



FR 3 035 542 - A1



Élément thermoélectrique et dispositif comprenant un tel élément thermoélectrique

5

L'invention concerne un élément thermoélectrique ainsi qu'un dispositif thermoélectrique utilisant au moins un élément thermoélectrique.

10 Dans le domaine automobile, il a déjà été proposé des dispositifs thermoélectriques utilisant des éléments, dits thermoélectriques, permettant de générer un courant électrique en présence d'un gradient de température entre deux de leurs faces opposées, dites faces actives, selon le phénomène connu sous le nom d'effet Seebeck. Ces dispositifs comprennent un premier circuit, destiné à la circulation des gaz d'échappement d'un moteur, et un deuxième circuit, destiné à la circulation d'un fluide calorporteur d'un circuit de 15 refroidissement. Les éléments thermoélectriques sont disposés entre le premier et le deuxième circuit 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.

20 Les éléments thermoélectriques sont reliés entre eux par des pistes électriques disposées sur les faces actives des éléments thermoélectriques afin de transmettre l'électricité d'une face active d'un élément thermoélectrique à une face active d'un autre élément thermoélectrique. En général, les liaisons conductrices entre éléments thermoélectriques sont réalisées en brasant lesdites pistes métalliques sur lesdits éléments 25 thermoélectriques.

Les dispositifs thermoélectriques sont généralement basés sur l'utilisation de deux types de matériaux thermoélectriques, le type N et le type P. Les éléments de type P (respectivement N) permettent d'établir une différence de potentiel électrique positif (respectivement négatif) lorsqu'ils sont soumis à un gradient de température donné. L'alternance de ces deux types de matériaux permet de créer un chemin électrique en série pour exploiter le courant produit. Dans ce cas, lesdites liaisons conductrices viennent se plaquer à la fois sur des premières faces actives de deux éléments N et P adjacents, à proximité de la source chaude, et sur des deuxièmes faces actives de deux éléments P et N 35 adjacents, à proximité de la source froide.

Dans l'état actuel de l'art, on distingue principalement le développement de dispositifs thermoélectriques basés sur des éléments thermoélectriques de forme parallélépipédique et cylindrique.

5 Dans le premier cas, le gaz chaud passe à travers le canal d'un tube plat en inox. Ce tube échange de la chaleur avec des éléments thermoélectriques de forme parallélépipédique, appelés plots, positionnés de part et d'autre du tube plat. Une face inférieure de ces plots est donc en contact avec une source chaude gazeuse, tandis que les faces opposées supérieures de ces plots sont en contact avec une source froide liquide. Les connexions entre les plots se font alternativement entre les faces supérieures et inférieures
10 grâce à des pistes conductrices planes, brasées ou collées.

Dans le second cas, l'eau froide circule à l'intérieur d'un tube cylindrique traversant l'élément thermoélectrique de forme cylindrique, appelés rondelle ou anneau, tandis que le gaz chaud est amené par l'extérieur. De façon logique, la surface d'échange à l'extérieur de la rondelle est bien plus importante que la surface d'échange à l'intérieur de la rondelle.
15 Cette configuration a pour but de rééquilibrer les transferts de chaleur côté froid et côté chaud. En effet, sachant que le coefficient d'échange côté gaz chaud est bien plus faible que côté liquide froid, le fait d'augmenter la surface d'échange côté chaud permet d'améliorer le transfert de chaleur au sein de la rondelle. Les connexions entre les rondelles se font alternativement par l'intérieur puis par l'extérieur des rondelles, grâce à des liaisons
20 conductrices tubulaires, appelées électrodes métalliques, placées à l'intérieur et à l'extérieur des rondelles.

Des études ont montrés que la performance électrique de la géométrie cylindrique est plus élevée que celle parallélépipédique à iso-volume.

25

L'objectif de l'invention est de trouver un design d'élément thermoélectrique qui soit encore plus efficace qu'une géométrie cylindrique, en terme de performance électrique.

Pour ce faire, la présente invention concerne un élément thermoélectrique susceptible de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre deux de ses faces, dites première et seconde faces actives, la première face active étant destinée à échanger thermiquement avec une source chaude du gradient de température, et la deuxième face active étant destinée à échanger thermiquement avec une source froide du gradient de température.

35

L'invention se caractérise à titre principal en ce que l'élément consiste en un tronçon hémisphérique d'axe central X, doté d'un trou débouchant concentrique, ledit tronçon

comportant une surface extérieure de courbure sphérique correspondant à la première face active, une surface intérieure cylindrique délimitant le trou et correspondant à la deuxième face active, une première et une deuxième faces latérales d'allure parallèle, le diamètre de l'élément thermoélectrique augmentant depuis la première face latérale vers la deuxième face latérale.

5 Ce design en tronçon hémisphérique permet 14% d'augmentation de puissance électrique avec 17% de volume en moins, par rapport à un design classique cylindrique, avec une même épaisseur d'élément, un même orifice intérieur, et un même diamètre extérieur maximal. La seule différence réside dans la forme extérieure de l'élément, qui est arrondie, et qui présente un diamètre extérieur qui diminue entre une valeur maximale au niveau de la deuxième face latérale, et une valeur minimale au niveau de la première face latérale. Par rapport à un élément cylindrique classique, cette diminution progressive du diamètre entraîne :

15 - une diminution du volume de l'élément thermoélectrique, ce qui représente un gain économique vu le coût de la matière ;

- une diminution de la résistance électrique résultante moyenne entre la première face active chaude et la deuxième face active froide de l'élément thermoélectrique : plus précisément, la résistance électrique reste identique à celle d'un élément cylindrique au point d'origine de la courbure, c'est-à-dire au niveau de l'arête entre la première face active et la deuxième face latérale, alors qu'à l'extrémité de la courbure, c'est-à-dire au niveau de l'arête entre les premières face active et la première face latérale, la résistance électrique est plus faible.

25 Le tronçon hémisphérique composant l'élément thermoélectrique consiste en un hémisphère dont l'extrémité arrondie en forme de dôme a été tranchée. En d'autres termes, la deuxième face latérale constitue la base d'un hémisphère dans laquelle est taillé le tronçon hémisphérique. La coupe se situe donc au niveau de la première face latérale.

30 De tels éléments thermoélectriques peuvent être assemblés par paire, afin de former un dispositif thermoélectrique.

Ainsi, deux éléments thermoélectriques sont positionnés symétriquement et assemblés au niveau de leurs deuxièmes faces latérales de manière à former un tronçon sphérique composé d'une paire d'éléments thermoélectriques.

35 Selon les différents modes de réalisation de l'invention, qui pourront être pris ensemble ou séparément :

- le dispositif thermoélectrique comprend des moyens d'isolation électrique entre les deux deuxièmes faces latérales assemblées de deux éléments thermoélectriques formant une paire.
- lesdits moyens d'isolation électrique consistent en une rondelle isolante insérée
5 entre les deux éléments thermoélectriques.
- le dispositif thermoélectrique comprend au moins une piste électrique recouvrant les premières faces actives de deux éléments thermoélectriques formant une paire.
- la piste électrique recouvre la surface extérieure des deux éléments
10 thermoélectriques.
- le dispositif comprend une pluralité de pistes électriques s'étendant en parallèle sur les premières faces actives de deux éléments thermoélectriques formant une paire.
- chaque piste électrique adopte la courbure sphérique des deux éléments
15 thermoélectriques.
- chaque piste électrique est brasée sur les premières faces actives.
- le dispositif thermoélectrique comprend plusieurs paires d'éléments thermoélectriques, assemblées au niveau des premières faces latérales des éléments thermoélectriques de manière à former un tube dont le pourtour
20 extérieur comprend des ondulations formées par les premières faces actives des éléments thermoélectriques.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative
25 détaillée qui va suivre, d'au moins un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés.

Sur ces dessins :

- la figure 1a montre une vue en perspective d'un élément thermoélectrique
30 cylindrique selon l'art antérieur ;
- la figure 1b est une vue de côté de l'élément thermoélectrique cylindrique de la figure 1a ;
- la figure 2a est une vue en perspective d'un élément thermoélectrique hémisphérique selon l'invention ;
- la figure 2b est une vue de côté de l'élément thermoélectrique hémisphérique de
35 la figure 2a ;

- la figure 3 est une vue en perspective d'une paire d'éléments thermoélectriques selon l'invention ;
- la figure 4 représente les pistes électriques reliant les deux éléments thermoélectriques d'une même paire selon l'invention ;
- 5 - la figure 5 illustre un assemblage de paires d'éléments thermoélectriques de la figure 3.

La figure 1 montre un élément thermoélectrique 1 cylindrique selon l'art antérieur, appelé rondelle 1. Elle comporte classiquement une face extérieure appelée première face active 2, une face intérieure appelée deuxième face active 3, une première face latérale 4 et une deuxième face latérale 5. La rondelle est symétrique, et les deux faces latérales 4, 5 sont identiques.

La figure 2 montre un élément thermoélectrique 10 selon l'invention, appelé élément hémisphérique. Il se présente sous la forme d'un hémisphère d'axe X dont le dôme a été coupé, formant alors un tronçon hémisphérique. Un trou traversant d'axe central X est pratiqué dans ce tronçon hémisphérique. On retrouve une face extérieure appelée première face active 20, une face intérieure appelée deuxième face active 30, une première face latérale 40 et une deuxième face latérale 50. La face intérieure correspond à la surface délimitant le trou au sein de l'élément 10. La première face latérale 40 correspond à la coupe du dôme de l'hémisphère, et la deuxième face latérale 50 correspond à la base de l'hémisphère.

La première face active 20 présente ainsi une surface de courbure sphérique. Le diamètre de l'élément 10 diminue depuis la deuxième face latérale 50 vers la première face latérale 40.

25 Comme illustré en figure 2b, le diamètre maximal y_1 se situe au niveau de la deuxième face latérale 50, et correspond au diamètre constant y d'une rondelle 1 classique (voir figure 1b). Le diamètre minimal y_2 se situe au niveau de la première face latérale 40.

L'épaisseur x de l'élément hémisphérique 10 est identique à l'épaisseur x d'une rondelle 1 classique.

30 Au final, le volume de l'élément 10 selon l'invention est plus petit que le volume d'une rondelle 1 classique, de par la diminution constante du diamètre extérieur, qui passe de y_1 à y_2 .

De préférence, le diamètre maximal y_1 est de l'ordre de 25mm, et le diamètre minimal y_2 est de l'ordre de 7mm, tandis que la distance z minimale à respecter entre la première 20 et la deuxième 30 face active est de l'ordre de 5mm.

De manière générale, une pluralité d'éléments thermoélectriques 10 sont disposés, par exemple, dans le prolongement longitudinal l'un de l'autre, notamment de façon coaxiale, de manière à créer un dispositif thermoélectrique, comme illustré aux figures 3 et 5. Le dispositif comprend plus précisément des paires d'éléments thermoélectriques 10, constituées chacune de deux éléments hémisphériques 10 positionnés symétriquement de manière à former un tronçon sphérique. Dans ce cas, les premières faces latérales 40 forment les côtés gauche et droit de la paire, tandis que les deuxièmes faces latérales 50 sont placées côte à côte et se situent au milieu de la paire. La succession de paires d'éléments 10 forme ainsi un dispositif en forme de tube avec une allure extérieure ondulée, en forme de vagues. Les creux des vagues correspondent aux zones comprenant les premières faces latérales 40 des éléments 10, et les points culminants des vagues correspondent aux zones comprenant les deuxièmes faces latérales 50 des éléments 10.

Ce type de dispositif thermoélectrique comprend :

- un premier circuit, dit chaud, apte à permettre la circulation d'une source chaude 70, notamment des gaz d'échappement d'un moteur, circulant à l'extérieur des éléments thermoélectriques 10, et venant au contact des premières faces actives 20 ;
- et un second circuit, dit froid, apte à permettre la circulation d'une source froide 60, notamment un fluide calorporteur d'un circuit de refroidissement, de température inférieure à celle de la source chaude 70, circulant à l'intérieur des éléments thermoélectriques 10 et venant au contact des deuxièmes faces actives 30.

Ces éléments thermoélectriques 10 sont susceptibles de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre leurs deux faces actives 20, 30.

De tels éléments 10 fonctionnent, selon l'effet Seebeck, en permettant de créer un courant électrique dans une charge connectée entre lesdites faces 20, 30 soumises au gradient de température. De façon connue de l'homme du métier, de tels éléments 10 sont constitués, par exemple, de Bismuth et de Tellurium (Bi_2Te_3).

Des essais de performance ont été réalisés avec un élément thermoélectrique cylindrique classique 1, et avec un élément thermoélectrique hémisphérique 10 selon l'invention.

Pour chaque élément 1, 10, le diamètre extérieur maximal y_2 est fixé à 10mm, et l'épaisseur x à 3mm. Le diamètre du trou où circule la source froide 60 est de 5mm. Le

volume de l'élément cylindrique 1 est de 175mm^3 tandis que le volume de l'élément hémisphérique 10 est de 145mm^3 , soit 17% de volume en moins par rapport à l'élément cylindrique 1.

5 La source chaude 70 circule à l'extérieur de la même manière pour tous les essais, c'est-à-dire soit en écoulement croisé, soit en co-courant, ou contre-courant par rapport à l'écoulement de la source froide 60.

Des simulations numériques ont été réalisées avec une différence de température imposée sur chaque géométrie de $\Delta T=220^\circ\text{C}$, précisément $T_{\text{chaud}} = 300^\circ\text{C}$ et $T_{\text{froid}} = 80^\circ\text{C}$, avec $\Delta T = T_{\text{chaud}} - T_{\text{froid}}$.

10 Le matériau formant l'élément 1, 10 est le tellure de bismuth (Bi_2Te_3) pour les deux formes.

Ces essais ont été réalisés en faisant traverser les éléments 1, 10 par un courant électrique variant entre 50A à 80A. La puissance électrique résultante évolue en fonction de la valeur du courant électrique imposée, et cette puissance passe par un maximum.

15 Pour la forme cylindrique, le maximum de puissance électrique $P_{\text{max}}=1.38\text{W}$ est obtenu à 65A.

Pour la forme hémisphérique, le maximum de puissance électrique $P_{\text{max}}=1.57\text{W}$ est obtenu à 70A.

20 Le design hémisphérique de l'élément 10 permet donc d'obtenir 14% d'augmentation de puissance électrique avec 17% de volume en moins, par rapport à un design cylindrique classique d'élément 1.

La puissance produite rapportée à la masse de matière est également meilleure pour le design hémisphérique.

25 Le fait d'intégrer une courbure dans la première face active 20 en passant d'un design cylindrique à un design hémisphérique permet de réduire la résistance électrique résultante moyenne entre la première face active chaude 20 et la deuxième face active froide 30 d'un élément 10. La résistance électrique reste identique au point d'origine de la courbure (c'est-à-dire au niveau de l'arête entre la première face active 20 et la deuxième face latérale 50), par rapport à un design cylindrique, alors qu'à l'extrémité de la courbure
30 (c'est-à-dire au niveau de l'arête entre la première face active 20 et la première face latérale 40) la résistance électrique est plus faible, par rapport à un design cylindrique.

Ainsi, pour une même différence de température, plus on se déplace vers le bas de la courbure, plus le voltage sera important. Par conséquent, le voltage moyen d'un design hémisphérique sera plus important que celui d'un design cylindrique.

35

De plus, la courbure de la première face active 20 présente un autre avantage, celui de pouvoir perturber fortement l'écoulement de la source chaude 70 autour de la surface

externe de l'élément 10 en créant des turbulences et des redémarrages successifs de couches limites qui sont favorables pour l'échange de chaleur.

En effet, les ondulations créées sur la surface extérieure du dispositif thermoélectrique permet de créer des turbulences dans l'écoulement de la source chaude 70, qu'il s'agisse d'un écoulement perpendiculaire à l'axe X ou parallèle à l'axe X en co-courant ou contre-courant avec la source froide 60. Ces turbulences permettent à la source de s'attarder dans les creux des ondulations, et donc de permettre un meilleur échange de chaleur entre la source chaude 70 et la première face active 20 des éléments 10. Afin de mieux optimiser l'échange thermique entre l'écoulement de la source chaude et la surface extérieure du dispositif thermoélectrique, les moyens de canalisation de l'écoulement (non représentés) peuvent être intégrés tout au long du parcours de la source chaude sur la surface extérieure. Ils permettent de mieux envelopper et guider l'écoulement de la source chaude autour de la surface extérieure, notamment dans les creux des ondulations.

De façon concrète, les éléments thermoélectriques 10 pourront être, pour une première partie, des éléments d'un premier type, dit N, permettant d'établir une différence de potentiel électrique dans un sens, dit négatif, lorsqu'ils sont soumis à un gradient de température donné, et, pour l'autre partie, des éléments d'un second type, dit P, permettant la création d'une différence de potentiel électrique dans un sens opposé, dit positif, lorsqu'ils sont soumis au même gradient de température.

Sur les figures 3 et 5, lesdits éléments thermoélectriques 10 alternent entre éléments N et éléments P. Ils sont, notamment, de forme et de dimension identiques, placés symétriquement l'un par rapport à l'autre.

Lesdits éléments thermoélectriques 10 sont, par exemple, groupés par paire, chaque paire étant formée d'un dit élément thermoélectrique de type N et d'un dit élément thermoélectrique de type P, et ledit dispositif est configuré pour permettre une circulation de courant entre les premières faces actives 20 des éléments thermoélectriques 10 d'une même paire (N-P) et une circulation de courant entre les secondes faces actives 30 de chacun des éléments thermoélectriques 10 de ladite même paire et l'élément thermoélectrique 10 voisin de la paire voisine (P-N). On assure de la sorte une circulation en série du courant électrique entre les éléments thermoélectriques 10 disposés les uns à côtés des autres.

Pour assurer cette circulation du courant, le dispositif de l'invention comprend des connecteurs entre les premières faces actives 20 des paires d'éléments thermoélectriques

N-P, et des connecteurs entre les deuxièmes faces actives 30 des paires d'éléments thermoélectriques P-N.

5 Les connecteurs pour les premières faces actives sont illustrés en figure 4. Il s'agit de pistes électriques 80 s'étendant sur les premières faces actives 20 de deux éléments 10 formant une paire N-P. Ces pistes électriques 80 consistent en des bandes 80 partant depuis l'arête entre la première face latérale 40 et la première face active 20 de l'élément N, et s'étendant jusqu'à l'arête entre la première face latérale 40 et la première face active 20 de l'élément P. Les bandes 80 sont donc réparties de manière à entourer au mieux les
10 premières faces actives 20 de la paire d'éléments 10, et de manière à ne pas se toucher entre-elles pour éviter tout court-circuit. Il existe donc un réseau de pistes électriques 80. Le nombre de bandes n'est pas limité.

Les bandes 80 sont flexibles et suivent la courbure sphérique de la paire d'éléments 10. Elles possèdent donc le même rayon de courbure que la paire d'éléments N-P. Une fois
15 positionnées, ces bandes 80 sont brasées sur les premières faces actives 20.

Il est tout à fait possible de ne prévoir qu'une seule bande 80 qui recouvre alors 100% de la surface extérieure de la paire d'éléments, à l'image d'une électrode classique en forme de bague, mais qui adopte la courbure sphérique.

20 Les connecteurs pour les deuxièmes faces actives 30 ne sont pas illustrés, mais peuvent consister en des électrodes classiques en forme de bague d'axe central X. Cependant, ces connecteurs pourraient également consister en des pistes électriques placées en parallèle sur les deuxièmes faces actives 30, via des bandes telles que décrites ci-dessus.

25

Il est à noter que de façon classique, des rondelles isolantes (non représentées) sont placées entre les éléments thermoélectriques 10 afin de réaliser une isolation électrique. Les dimensions de ces rondelles isolantes varient en fonction de l'emplacement et de la manière dont le courant électrique circule entre les éléments 10 en série.

30

Revendications

1. Elément thermoélectrique 10 susceptible de générer un courant électrique sous l'action d'un gradient de température exercé entre deux de ses faces, dites première 20 et seconde 30 faces actives, la première face active 20 étant destinée à échanger thermiquement avec une source chaude 70 du gradient de température, et la deuxième face active 30 étant destinée à échanger thermiquement avec une source froide 60 du gradient de température,
caractérisé en ce que qu'il consiste en un tronçon hémisphérique d'axe central X, doté d'un trou débouchant concentrique, ledit tronçon comportant une surface extérieure de courbure sphérique correspondant à la première face active 20, une surface intérieure cylindrique délimitant le trou et correspondant à la deuxième face active 30, une première 40 et une deuxième 50 faces latérales d'allure parallèle, le diamètre de l'élément thermoélectrique 10 augmentant depuis la première face latérale 40 vers la deuxième face latérale 50.
2. Elément thermoélectrique 10 selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la deuxième face latérale 50 constitue la base d'un hémisphère dans laquelle est taillée ledit tronçon hémisphérique.
3. Dispositif thermoélectrique comprenant deux éléments thermoélectriques 10 tels que décrits dans les revendications précédentes, positionnés symétriquement et assemblés au niveau de leurs deuxièmes faces latérales 50 de manière à former un tronçon sphérique composé d'une paire d'éléments thermoélectriques 10.
4. Dispositif thermoélectrique selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'isolation électrique entre les deux deuxièmes faces latérales 50 assemblées de deux éléments thermoélectriques 10 formant une paire.
5. Dispositif thermoélectrique selon la revendication précédente, caractérisé en ce lesdits moyens d'isolation électrique consistent en une rondelle isolante insérée entre les deux éléments thermoélectriques 10.

6. Dispositif thermoélectrique selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une piste électrique 80 recouvrant les premières faces actives 20 de deux éléments thermoélectriques 10 formant une paire.
- 5 7. Dispositif thermoélectrique selon la revendication précédente, caractérisé en ce la piste électrique 80 recouvre la surface extérieure des deux éléments thermoélectriques 10.
- 10 8. Dispositif thermoélectrique selon l'une des revendications 6 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de pistes électriques 80 s'étendant en parallèle sur les premières faces actives 20 de deux éléments thermoélectriques 10 formant une paire.
- 15 9. Dispositif thermoélectrique selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce chaque piste électrique 80 adopte la courbure sphérique des deux éléments thermoélectriques 10.
- 20 10. Dispositif thermoélectrique selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce chaque piste électrique 80 est brasée sur les premières faces actives 20.
- 25 11. Dispositif thermoélectrique selon l'une des revendications 3 à 10 caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs paires d'éléments thermoélectriques 10, assemblées au niveau des premières faces latérales 40 des éléments thermoélectriques de manière à former un tube dont le pourtour extérieur comprend des ondulations formées par les premières faces actives 20 des éléments thermoélectriques 10.

1/2

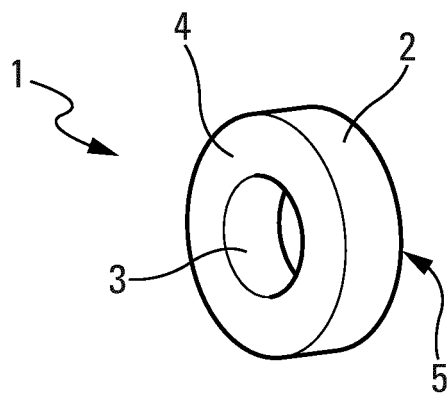


Fig. 1a

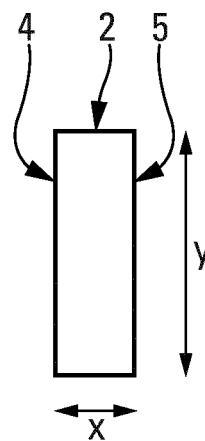


Fig. 1b

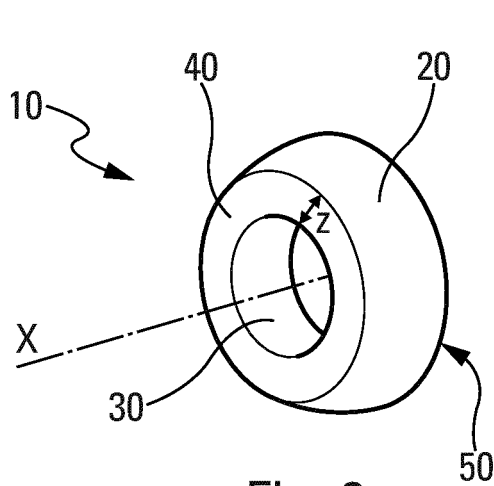


Fig. 2a

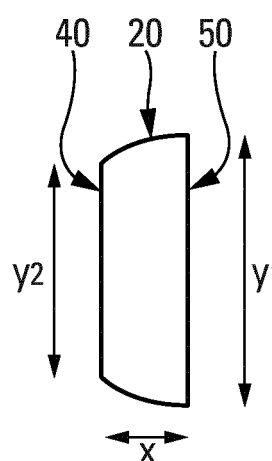


Fig. 2b

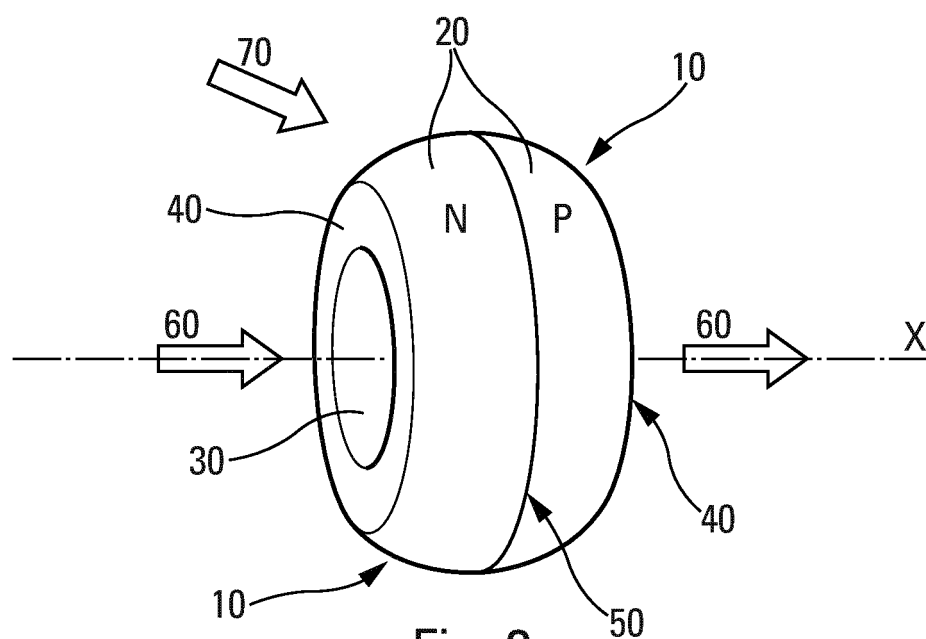


Fig. 3

2/2

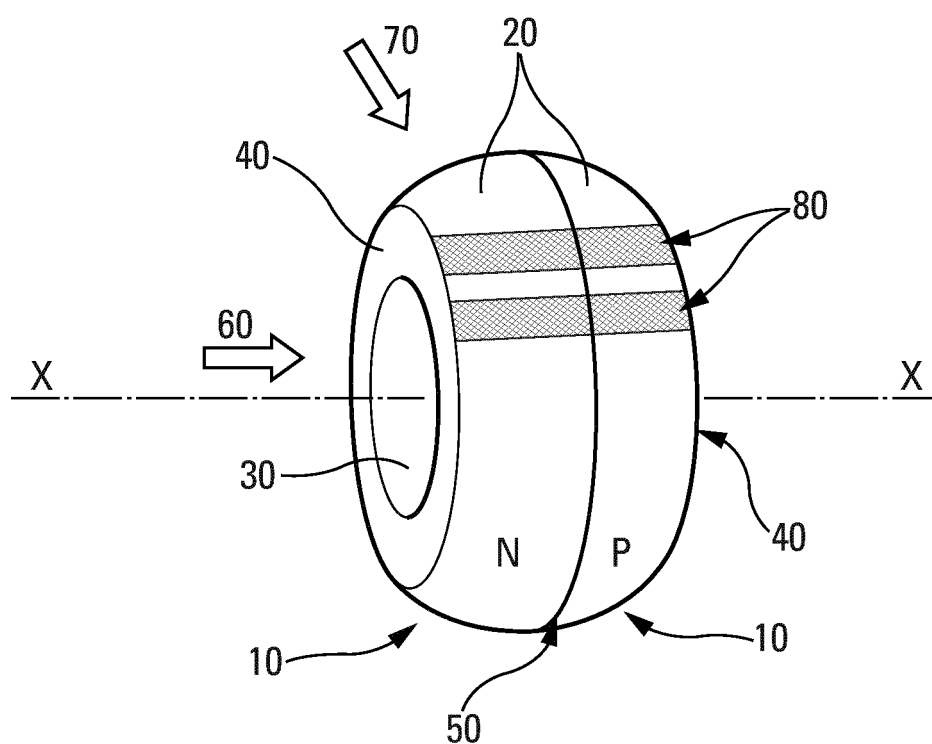


Fig. 4

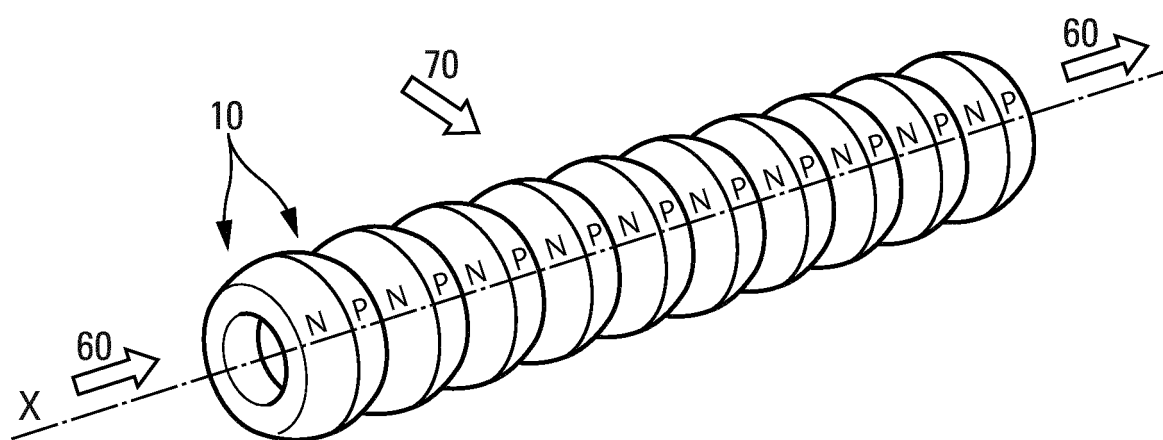


Fig. 5

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 811656
FR 1553748

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	DE 26 41 784 A1 (LANDECKER KURT PROF) 21 avril 1977 (1977-04-21) * figure 3 * * page 7, ligne 25 - ligne 31 * -----	1-11	H01L35/32
A	US 2013/228204 A1 (LIMBECK SIGRID [DE] ET AL) 5 septembre 2013 (2013-09-05) * abrégé * * figures 3,4 * * alinéas [0014] - [0016] * * alinéas [0037] - [0038] * -----	1-11	
A	US 3 794 527 A (KIM C) 26 février 1974 (1974-02-26) * abrégé * * figures 1-3 * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 février 2016		Deconinck, Eric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1553748 FA 811656**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **29-02-2016**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 2641784	A1	21-04-1977	AU 1729876 A	09-03-1978
			DE 2641784 A1	21-04-1977
			GB 1509118 A	26-04-1978
			JP S5247385 A	15-04-1977
			US 4101342 A	18-07-1978

US 2013228204	A1	05-09-2013	CN 103180986 A	26-06-2013
			DE 102010049300 A1	26-04-2012
			EP 2630671 A2	28-08-2013
			JP 2013545294 A	19-12-2013
			US 2013228204 A1	05-09-2013
			WO 2012052393 A2	26-04-2012

US 3794527	A	26-02-1974	AUCUN	

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 811656
FR 1553748

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	DE 26 41 784 A1 (LANDECKER KURT PROF) 21 avril 1977 (1977-04-21) * figure 3 * * page 7, ligne 25 - ligne 31 * -----	1-11	H01L35/32
A	US 2013/228204 A1 (LIMBECK SIGRID [DE] ET AL) 5 septembre 2013 (2013-09-05) * abrégé * * figures 3,4 * * alinéas [0014] - [0016] * * alinéas [0037] - [0038] * -----	1-11	
A	US 3 794 527 A (KIM C) 26 février 1974 (1974-02-26) * abrégé * * figures 1-3 * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 février 2016		Deconinck, Eric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1553748 FA 811656**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **29-02-2016**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 2641784	A1	21-04-1977	AU 1729876 A	09-03-1978
			DE 2641784 A1	21-04-1977
			GB 1509118 A	26-04-1978
			JP S5247385 A	15-04-1977
			US 4101342 A	18-07-1978

US 2013228204	A1	05-09-2013	CN 103180986 A	26-06-2013
			DE 102010049300 A1	26-04-2012
			EP 2630671 A2	28-08-2013
			JP 2013545294 A	19-12-2013
			US 2013228204 A1	05-09-2013
			WO 2012052393 A2	26-04-2012

US 3794527	A	26-02-1974	AUCUN	
