

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① **N° de publication :** **3 072 999**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① **N° d'enregistrement national :** **17 60293**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 01 D 11/12 (2018.01)**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ **ECRAN THERMIQUE POUR TURBOMACHINE ET PROCEDE DE FABRICATION.**

②② **Date de dépôt :** 31.10.17.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public  
de la demande :** 03.05.19 Bulletin 19/18.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention :** 22.11.19 Bulletin 19/47.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :**

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :**

○ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES —  
FR.

⑦② **Inventeur(s) :** PROVOST MAXIME DOMINIQUE  
THIERRY, DOMINGUES SERGE et LAURENCEAU  
ADRIEN LOUIS NICOLAS.

⑦③ **Titulaire(s) :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.

⑦④ **Mandataire(s) :** BREVALEX Société à responsabilité  
limitée.

**FR 3 072 999 - B1**



## ÉCRAN THERMIQUE POUR TURBOMACHINE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION

### DESCRIPTION

#### DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne l'élaboration d'un écran thermique destiné à recouvrir une zone critique d'une turbomachine, cette zone étant soumise à des contraintes de feu. Cette zone critique peut par exemple être la jonction entre deux pièces d'une turbomachine, de préférence deux carters, comme par exemple un carter et une virole de carter intermédiaire.

#### ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

10 Les pièces d'une turbomachine (par exemple un turboréacteur ou un turbopropulseur), et notamment les carters et les viroles de carter, sont soumises à de très hautes température et à un risque feu.

15 Les dégradations provoquées par la chaleur sont souvent plus critiques au niveau de la jonction entre deux pièces d'une turbomachine, notamment lorsqu'au moins l'une des pièces est en matériau composite. C'est la raison pour laquelle on a pour habitude de recouvrir cette jonction à l'aide d'un écran de protection thermique, afin de la protéger de la chaleur et/ou du feu. Un écran de protection thermique (que nous appellerons ci-dessous « écran thermique ») peut par exemple être monté sur les brides d'un carter afin de protéger la jonction carter/virole de carter.

20 De manière connue, un écran thermique pour turbomachine comporte un corps en un matériau calorifuge poreux tridimensionnel (généralement un matériau microporeux), qui est contenu dans une enveloppe en élastomère silicone. Le corps en matériau calorifuge poreux, grâce notamment à la présence des pores, a pour fonction de créer une protection d'isolation thermique par effet de couche d'air ; il s'étend entre  
25 deux extrémités et comportent deux faces principales qui relient ces deux extrémités. L'enveloppe a, quant à elle, pour fonction de conserver la structure tridimensionnelle du

corps poreux, ainsi que d'empêcher l'air et l'humidité d'entrer dans le corps, ce qui aurait pour conséquence de détériorer les propriétés d'isolation thermique du corps.

Cet écran de protection thermique est obtenu par moulage. Comme illustré dans la figure 4a, dans un moule 36, on place l'élastomère silicone sous forme de plaques de part et d'autre du corps (plus précisément sur les deux faces principales du corps), les plaques étant préalablement découpées à l'aide de gabarits de manière à faire dépasser des faces principales en périphérie du corps, le corps étant disposé dans le moule de manière à laisser des espaces entre les deux extrémités du corps (c'est-à-dire les extrémités 22 et 23 dans la figure 2a du corps s'étendant selon la direction X), à savoir les deux extrémités )et le moule. Ces plaques vont permettre de réaliser l'enveloppe.

Les espaces laissés entre les deux extrémités du corps et le moule facilitent l'assemblage des différents composants dans le moule, mais génèrent des défauts post démoulage. Pour régler ce problème de défauts post démoulage, il est connu de placer des bandes du même matériau que les plaques (élastomère silicone) dans les espaces situés entre les deux extrémités du corps et le moule. L'élastomère silicone, qui est souple, vulcanise après un cycle thermique, qui est par exemple de 2 minutes à 120°C. Le produit final est dit semi-rigide.

Cependant, on ne peut combler parfaitement les espaces disponibles dans le moule 36 avec ces bandes. De ce fait, l'écran thermique obtenu après démoulage comporte, à sa surface au niveau de ses extrémités, des rides ou stries 38 de l'ordre de 2 à 3 mm de profondeur (figure 4b).

Cela nécessite de réaliser une retouche manuelle en utilisant un élastomère silicone vulcanisable à froid (élastomère EVF, également connu sous le terme élastomère RTV pour « Room Temperature Vulcanisation » en anglais). Cette étape supplémentaire requiert quelques dizaines de minutes de main d'œuvre supplémentaire et rallonge le cycle de fabrication de l'écran thermique de 24 heures, le temps que l'élastomère EVF possède ses propriétés définitives.

On pourrait choisir d'accroître l'ajustement des bandes d'élastomère silicone, mais cela aurait pour inconvénient d'augmenter le risque de rebut en production. En effet, l'écran thermique ne pourra pas supporter un assemblage

parfaitement ajusté de sous-ensembles en élastomère silicone, qui sont souples, dans une cavité de moulage, qui est rigide et de dimensions fixes. Le risque industriel qui en découle est une compression du corps calorifuge poreux et donc, au final, une perte des propriétés thermiques de l'écran thermique.

5                    On pourrait également envisager d'injecter l'élastomère silicone au niveau des extrémités du corps après la fermeture du moule. Un tel procédé pourrait s'apparenter à certaines mises en œuvre observées pour la transformation des matières thermoplastiques dans la grande distribution. L'inconvénient de cette solution serait le coût d'investissement du moyen d'injection et la nécessité de procéder à la suppression  
10 du marquage de la carotte d'injection. De plus, l'élastomère silicone ayant une durée de vie limitée avant sa mise en œuvre, des nettoyages fréquents seraient à prévoir, ainsi que des pertes de matière. Economiquement, cette solution n'est pas viable pour la réalisation d'écrans thermiques.

15                    Il existe donc un besoin d'optimisation de la fabrication d'un écran thermique pour turbomachine.

### **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

Pour répondre à ce besoin, l'invention a pour objet un écran thermique pour turbomachine, destiné à recouvrir une zone de la turbomachine pour la protéger thermiquement, ledit écran comprenant :

20                    - un corps, en un matériau calorifuge poreux, s'étendant entre une première et une deuxième extrémité et comprenant deux faces principales reliant entre elles la première et la deuxième extrémité ; et

                         - une enveloppe en un premier matériau élastomère silicone ayant une paroi qui définit une cavité fermée ;

25                    le corps étant disposé dans la cavité fermée de l'enveloppe et un premier espace étant défini entre la première extrémité du corps et la paroi de la cavité et un deuxième espace étant défini entre la deuxième extrémité et la paroi de la cavité ;

                         l'écran thermique étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre un premier et un deuxième élément en un deuxième matériau élastomère silicone différent

du premier matériau, ledit deuxième matériau étant un matériau élastomère silicone expansé, le premier élément comblant le premier espace et le deuxième élément comblant le deuxième espace.

5 Cette zone est une zone critique soumise à des contraintes de feu. Selon un mode de réalisation particulier, la zone est une jonction entre deux pièces de la turbomachine.

10 Le matériau calorifuge poreux du corps est un matériau thermiquement isolant. De préférence, le matériau calorifuge poreux est microporeux (c'est-à-dire que le matériau a des pores dont le diamètre est inférieur à 2 nm (conformément à la définition de l'International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)). Le corps peut par exemple être une poudre contenue dans un conteneur fermé obtenu en cousant entre elles deux couches d'un tissu d'alumine. Le corps poreux peut également être obtenu par frittage d'une poudre.

15 Les élastomères silicones sont fabriqués à partir de polymères silicones et sont principalement constitués de chaînes polydiméthylsiloxane (PDMS) linéaires ayant des bloqueurs réactifs aux extrémités des chaînes.

20 Le premier et le deuxième matériau peuvent être choisis parmi les élastomères silicones vulcanisables à chaud (EVC, également appelés HTV pour « High Temperature Vulcanization » en anglais), les élastomères silicones liquides (LSR pour Liquid Silicone Rubber en anglais) et les élastomères silicones vulcanisables à température ambiante (RTV pour « Room Temperature Vulcanization » en anglais). Le premier matériau peut par exemple être choisi parmi les produits RTV couramment utilisés dans le milieu aéronautique.

25 Le deuxième matériau est en outre un matériau élastomère silicone thermo-expansible à l'état non vulcanisé, qui, sous l'effet de la chaleur, devient expansé à l'état vulcanisé, c'est-à-dire que le deuxième matériau est tel qu'il aura un volume après vulcanisation supérieur au volume du matériau initial non vulcanisé. Le deuxième matériau peut, par exemple, être choisi parmi les RTV expansibles ou des mastics silicones expansibles, tels que, par exemple, un mastic haute température A-800-3G de  
30 chez Airtech. On entend par « mastic silicone » une substance plastique durcissant à l'air,

généralement à base de résine naturelle ou synthétique et de chaux, servant à boucher des trous, à colmater des fissures et à rendre des joints étanches ou à enduire une surface de manière à la rendre imperméable.

5 Selon une variante préférée, le deuxième matériau est un matériau ayant une expansion de volume d'un état non expansé à un état expansé comprise dans une gamme allant de 10 à 50%, de préférence une gamme allant de 25 à 35%, le matériau étant expansible à partir d'une température de 90°C.

10 L'invention concerne également un ensemble comprenant au moins une pièce d'une turbomachine et un écran thermique selon l'invention recouvrant au moins une surface de ladite pièce.

L'invention concerne également une turbomachine, notamment un turbo réacteur ou un turbopropulseur, comprenant un ensemble tel que décrit ci-dessus.

15 Enfin, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un écran thermique pour turbomachine, destiné à recouvrir une zone de la turbomachine, l'écran thermique comprenant :

- une enveloppe en un premier matériau élastomère silicone ayant une paroi qui définit une cavité fermée ;

20 - un corps, en un matériau calorifuge poreux, s'étendant entre une première et une deuxième extrémité et comprenant deux faces principales reliant entre elles les première et deuxième extrémités ; et

- un premier et un deuxième élément, en un deuxième matériau élastomère silicone différent du premier matériau ;

25 le corps et les premier et deuxième éléments étant situés dans la cavité fermée de l'enveloppe, le premier élément en deuxième matériau comblant un premier espace défini entre la première extrémité et la paroi de l'enveloppe et le deuxième élément en deuxième matériau comblant un deuxième espace défini entre la deuxième extrémité et la paroi de l'enveloppe ;

le procédé comprenant les étapes suivantes :

30 - une fourniture du corps, une fourniture d'une première et d'une deuxième plaque en premier matériau et une fourniture d'un premier et d'un deuxième

élément en un matériau élastomère silicone thermo-expansible apte à passer, par vulcanisation, d'un état non expansé à un état expansé, les premier et deuxième éléments en matériau thermo-expansible étant configurés pour, une fois expansés, former les premier et deuxième éléments en deuxième matériau ;

5                               - une mise en place, dans un moule, du corps, des première et deuxième plaques et des premier et deuxième éléments en matériau thermo-expansible, le premier élément en matériau thermo-expansible étant disposé à la première extrémité du corps et le deuxième élément en matériau thermo-expansible étant disposé à la deuxième extrémité du corps, l'assemblage ainsi formé étant pris en sandwich entre la première et  
10 la deuxième plaque ;

                                  - une application de chaleur au moule, pour former, par vulcanisation, l'enveloppe et les premier et deuxième éléments en deuxième matériau ;

                                  - un refroidissement du moule et démoulage de l'écran thermique ainsi formé.

15                               On entend par « plaque » une feuille plus ou moins épaisse de premier matériau.

                                  Avantageusement, à l'étape de mise en place, la première plaque est disposée en contact avec la première face principale du corps et la deuxième plaque est disposée en contact avec la deuxième face principale du corps.

20                               Les premier et deuxième éléments en matériau thermo-expansible sont configurés pour, lorsqu'ils sont expansés dans leur état vulcanisé, former les premier et deuxième éléments en deuxième matériau et ainsi combler respectivement les premier et deuxième espaces. En d'autres termes, les premier et deuxième éléments en matériau thermo-expansible sont configurés de sorte que, lorsqu'ils passent d'un état non  
25 vulcanisé à un état vulcanisé, leur expansion de volume permette d'apporter la pression nécessaire, dans le moule, pour que les premier et deuxième éléments viennent se plaquer contre la paroi de l'enveloppe et ainsi garantir un moulage adéquat de l'écran thermique. Pour le deuxième matériau, on doit donc choisir un matériau élastomère silicone expansible ayant une tenue à la température adéquate pour l'utilisation visée et  
30 un coefficient d'expansion suffisant pour combler les espaces à combler.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le matériau thermo-expansible est choisi parmi les matériaux élastomères silicones qui sont thermo-expansibles à partir de 90°C. De préférence, le matériau thermo-expansible est en outre choisi parmi les matériaux élastomères silicones qui ont une température de résistance au feu supérieure à 850°C. On entend par « température de résistance au feu » la température à partir de laquelle le matériau va commencer à se dégrader et/ou à se décomposer. Il peut par exemple s'agir d'un silicone RTV ou d'un mastic silicone ayant de telles caractéristiques, par exemple un élastomère silicone expansible A-800-3G de chez Airtech.

Bien évidemment, on choisira pour le matériau thermo-expansible (destiné à être, dans son état vulcanisé, le deuxième matériau) un matériau thermo-expansible ayant des propriétés compatibles avec les conditions critiques que doit subir l'écran thermique en service. De même, pour le premier matériau, on utilise un matériau élastomère silicone ayant des propriétés compatibles avec ces conditions critiques. Pour une utilisation dans un turboréacteur à la jonction entre un carter et une virole de carter intermédiaire ou toute zone critique soumise à des contraintes de feu, on utilisera de préférence, pour le deuxième matériau, un élastomère silicone thermo-expansible à partir de 90°C, pouvant être utilisé en service jusqu'à 400°C (correspondant à la température maximale pouvant être atteinte, en service, au niveau de cette jonction) et pouvant supporter des températures de l'ordre de 800°C (température correspondant à un évènement de type feu).

De préférence, une expansion du matériau thermo-expansible entre son état non expansé et son état expansé est comprise dans une gamme allant de 10 à 50%, de préférence une gamme allant de 25 à 35%. Cette gamme de valeurs est un compromis à définir en fonction de la géométrie du corps poreux et du matériau expansible retenu, car elle permet d'optimiser la protection feu, sans risquer d'avoir un écran thermique ayant un corps poreux dégradé.

## BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres aspects, buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

5

- la figure 1 représente une vue en coupe longitudinale schématique d'une turbomachine d'aéronef ;

- les figures 2a et 2b représentent un écran thermique selon l'invention, respectivement selon une vue en perspective (figure 2a) et selon une vue de dessus (figure 2b) ;

10

- la figure 3 représente une vue schématique en coupe longitudinale de l'écran thermique prise selon la ligne AA de la figure 2b ;

- les figures 4a et 4b sont des vues en coupe montrant différentes étapes d'un procédé de fabrication d'un écran thermique selon l'art antérieur, la figure 4a représentant les différents éléments de l'écran thermique dans un moule, avant l'application d'un cycle thermique, et la figure 4b représentant ces mêmes éléments, dans le moule, après l'application du cycle thermique ;

15

- les figures 5a et 5b sont des vues en coupe montrant différentes étapes du procédé de fabrication d'un écran thermique selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la figure 5a représentant les différents éléments de l'écran thermique selon l'invention dans un moule, avant l'application d'un cycle thermique, et la figure 5b représentant ces mêmes éléments, dans le moule, après l'application du cycle thermique.

20

## EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

En référence tout d'abord à la figure 1, il est représenté une turbomachine 1 d'aéronef, du type turboréacteur à double flux. Ce turboréacteur 1 est équipé d'une soufflante 2 entourée par un carter de soufflante 4, centré sur l'axe longitudinal 6 du turboréacteur. De manière connue, le carter de soufflante 4 comprend une virole 8 portant à ses extrémités deux brides de fixation 10. Celles-ci servent au

25

raccordement mécanique avec les pièces adjacentes du turboréacteur, habituellement une entrée d'air 12 et une virole extérieure 14 d'un carter intermédiaire.

En référence aux figures 2a et 2b, il est représenté un écran thermique 16 selon l'invention. L'écran thermique 16 est destiné à venir recouvrir une jonction entre deux pièces d'une turbomachine 1. Il peut par exemple s'agir de la jonction entre la virole 8 du carter de soufflante 4 et la virole extérieure 14 du carter intermédiaire.

Selon la configuration représentée dans la figure 2a, l'écran thermique comporte une rainure 18 qui est dimensionnée pour venir s'emboîter sur la bride de fixation 10 ; l'écran thermique comporte également des trous 20 pour sa fixation sur l'une des pièces dont il doit recouvrir la jonction ; l'écran thermique 16 s'étend longitudinalement selon la direction X entre deux extrémités 22 et 23.

En référence à la figure 3, l'écran thermique 16 selon une mode de réalisation préféré de l'invention comporte une enveloppe 24 en un premier matériau élastomère silicone ayant une paroi 26 qui définit une cavité fermée. Il comporte également un corps 28, en un matériau calorifuge poreux, s'étendant entre une première 30 et une deuxième 31 extrémité, le corps étant disposé dans la cavité fermée de l'enveloppe 24. L'écran thermique comporte aussi un premier 32 et un deuxième 33 élément en un deuxième matériau élastomère silicone expansé, le premier élément 32 comblant un premier espace 34 défini entre la première extrémité 30 et la paroi 26 de la cavité et le deuxième élément 33 comblant un deuxième espace 35 défini entre la deuxième extrémité 31 et la paroi 26 de la cavité.

L'écran thermique obtenu selon le procédé de fabrication de l'invention est parfaitement moulé après son démoulage et ne comporte pas de rides ou de stries à la surface de l'enveloppe, contrairement à l'écran thermique obtenu selon le procédé de l'art antérieur.

Selon le mode de réalisation de l'invention illustré dans la figure 5a, des premier 46 et deuxième 47 éléments en un matériau élastomère silicone thermo-expansible sont placés respectivement dans les premier 34 et deuxième 35 espaces définis entre la paroi 26 de l'enveloppe 24 et les première 30 et deuxième 31 extrémités du corps 28.

La mise en place des différents composants de l'écran thermique dans le moule peut, par exemple, être obtenue par le placement de la première plaque 40 dans le moule 36, la mise en contact du corps 28, des premier 46 et deuxième 47 éléments en matériau thermo-expansible avec cette première plaque 40, et la mise en contact de la

5 deuxième plaque 41 avec le corps 28 et les premier 46 et deuxième 47 éléments en matériau thermo-expansible. Dans ce mode de réalisation préféré, la première plaque 40 est disposée en contact avec la première face principale 42 du corps 28 et la deuxième plaque 41 est disposée en contact avec la deuxième face principale 43 du corps.

Les premier 46 et deuxième 47 éléments en matériau élastomère

10 silicone thermo-expansible sont configurés pour, une fois expansés après application de chaleur au moule, combler respectivement les premier 34 et deuxième 35 espaces (figure 5b).

On peut ainsi, par exemple, réaliser un écran thermique ayant une longueur développée de 1250 mm, une hauteur (section courante) de 10 mm et une

15 largeur de 1200 mm, en utilisant deux plaques d'élastomère silicone de 10 mm×1200 mm×2,5 mm, un corps poreux de 1225 mm×1195 mm×9 mm, des bandes d'élastomère silicone expansible (portant la référence A-800-3G chez Airtech) de 8 mm×8 mm×1195 mm, dans un moule ayant une cavité dont la section de cavité prévue pour le matériau expansible est de 100 mm<sup>2</sup> par extrémité et en appliquant un cycle

20 thermique de 1h à 120°C.

## REVENDEICATIONS

1. Ecran thermique (16) pour turbomachine, destiné à recouvrir une zone de la turbomachine pour la protéger thermiquement, ledit écran comprenant :

5 - un corps (28), en un matériau calorifuge poreux, s'étendant entre une première (30) et une deuxième (31) extrémité et comprenant deux faces principales (42 ; 43) reliant entre elles les première et deuxième extrémités ; et

- une enveloppe (24) en un premier matériau élastomère silicone ayant une paroi (26) qui définit une cavité fermée ;

10 le corps étant disposé dans la cavité fermée de l'enveloppe et un premier espace (34) étant défini entre la première extrémité (30) du corps et la paroi (26) de la cavité et un deuxième espace (35) étant défini entre la deuxième extrémité (31) et la paroi (26) de la cavité ;

15 l'écran thermique étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre un premier (46) et un deuxième (47) élément en un deuxième matériau élastomère silicone différent du premier matériau, ledit deuxième matériau étant un matériau élastomère silicone expansé, le premier élément (46) comblant le premier espace (34) et le deuxième élément (47) comblant le deuxième espace (35).

20 2. Ecran thermique selon la revendication 1, dans lequel la zone est une jonction entre deux pièces de la turbomachine.

25 3. Ecran thermique selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel le deuxième matériau est un matériau ayant une expansion de volume d'un état non expansé à un état expansé comprise dans une gamme allant de 10 à 50%, de préférence une gamme allant de 25 à 35%, le matériau étant expansible à partir d'une température de 90°C.

4. Ensemble comprenant au moins une pièce d'une turbomachine et un écran thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, ledit écran thermique recouvrant au moins une surface de ladite pièce.

5 5. Turbomachine comprenant un ensemble selon la revendication 4.

6. Procédé de fabrication d'un écran thermique (16) pour turbomachine, destiné à recouvrir une zone de la turbomachine, l'écran thermique comprenant :

10 - une enveloppe (24) en un premier matériau élastomère silicone ayant une paroi (26) qui définit une cavité fermée ;

- un corps (28), en un matériau calorifuge poreux, s'étendant entre une première (30) et une deuxième (31) extrémité et comprenant deux faces principales (42 ; 43) reliant entre elles les première et deuxième extrémités ; et

15 - un premier (46) et un deuxième (47) élément, en un deuxième matériau élastomère silicone différent du premier matériau ;

le corps et les premier et deuxième éléments étant situés dans la cavité fermée de l'enveloppe, le premier élément en deuxième matériau comblant un premier espace (34) défini entre la première extrémité et la paroi de l'enveloppe et le deuxième élément en deuxième matériau comblant un deuxième espace (35) défini entre la 20 deuxième extrémité et la paroi de l'enveloppe ;

le procédé comprenant les étapes suivantes :

25 - une fourniture du corps, une fourniture d'une première et d'une deuxième plaque en premier matériau et une fourniture d'un premier et d'un deuxième élément en un matériau élastomère silicone thermo-expansible apte à passer, par vulcanisation, d'un état non expansé à un état expansé, les premier et deuxième éléments en matériau thermo-expansible étant configurés pour, une fois expansés, former les premier et deuxième éléments en deuxième matériau ;

30 - une mise en place, dans un moule, du corps, des première et deuxième plaques et des premier et deuxième éléments en matériau thermo-expansible, le premier élément en matériau thermo-expansible étant disposé à la première extrémité du corps

et le deuxième élément en matériau thermo-expansible étant disposé à la deuxième extrémité du corps, l'assemblage ainsi formé étant pris en sandwich entre la première et la deuxième plaque ;

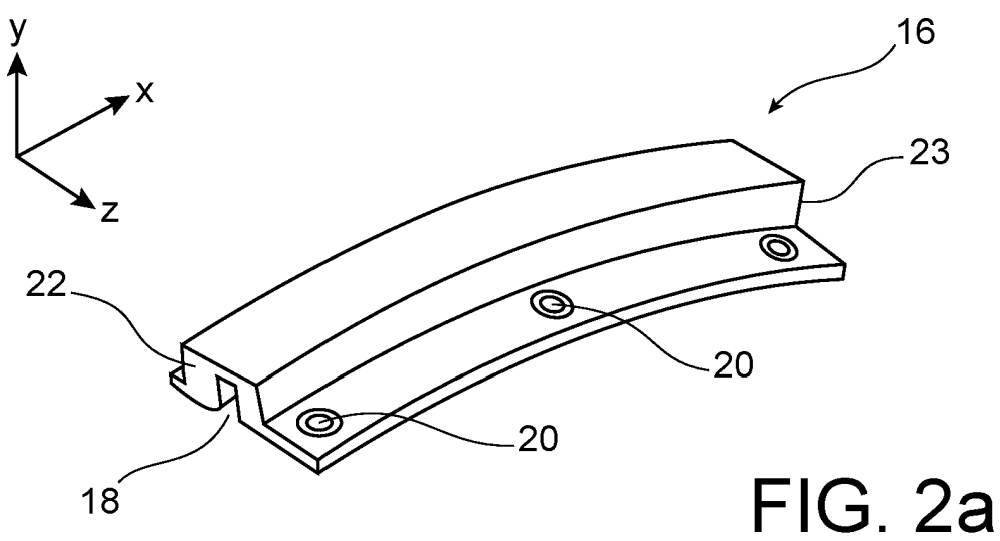
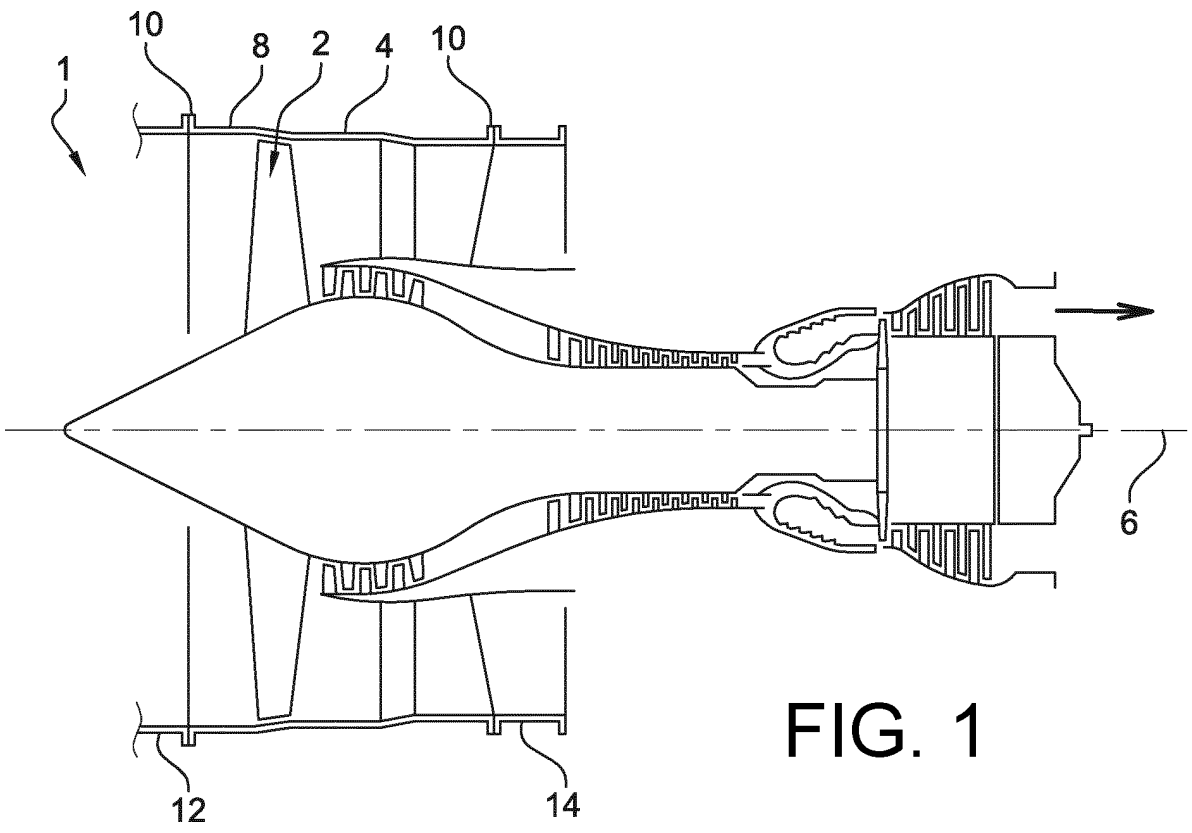
- 5 - une application de chaleur au moule, pour former, par vulcanisation, l'enveloppe et les premier et deuxième éléments en deuxième matériau ;
- un refroidissement du moule et démoulage de l'écran thermique ainsi formé.

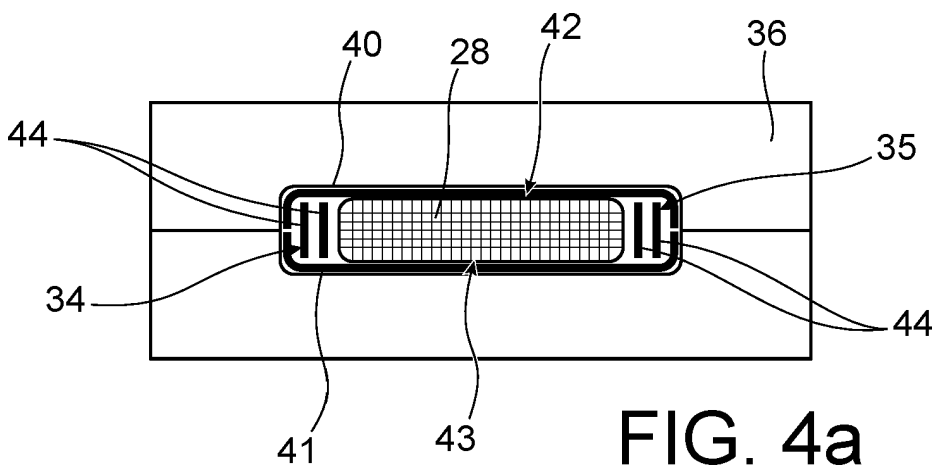
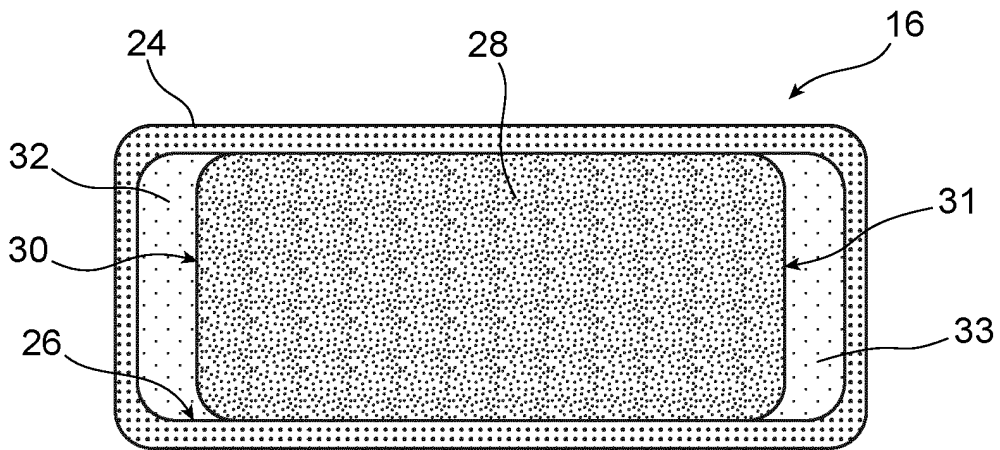
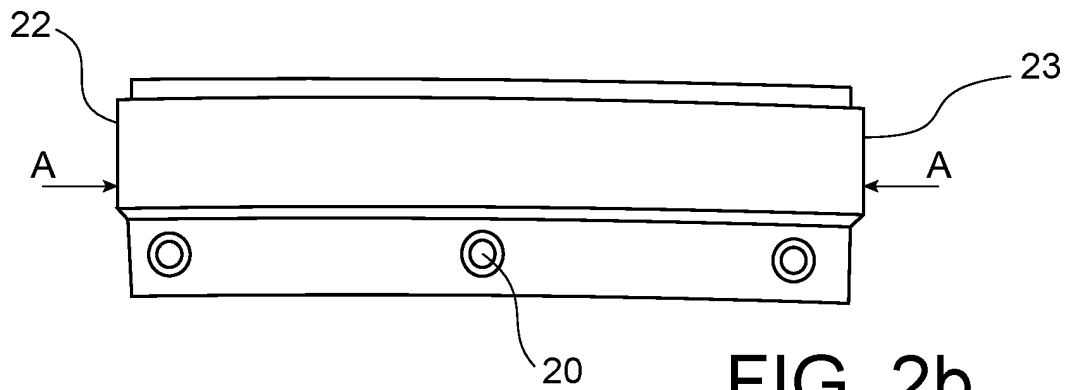
10 **7.** Procédé selon la revendication 6, dans lequel, à l'étape de mise en place, la première plaque est disposée en contact avec la première face principale du corps et la deuxième plaque est disposée en contact avec la deuxième face principale du corps.

15 **8.** Procédé selon la revendication 6, dans lequel le matériau thermo-expansible est choisi parmi les matériaux élastomères silicones qui sont thermo-expansibles à partir de 90°C.

20 **9.** Procédé selon la revendication 8, dans lequel le matériau thermo-expansible est choisi parmi les matériaux élastomères silicones qui ont une température de résistance au feu supérieure à 850°C.

25 **10.** Procédé selon la revendication 8 ou la revendication 9, dans lequel une expansion du matériau thermo-expansible entre son état non expansé et son état expansé est comprise dans une gamme allant de 10 à 50%, de préférence une gamme allant de 25 à 35%.





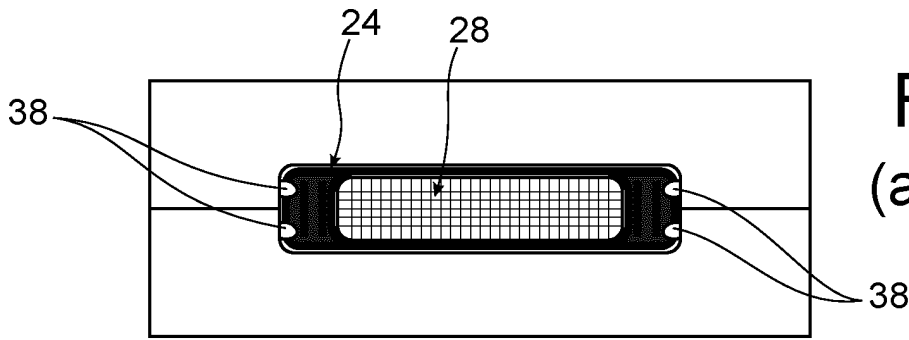


FIG. 4b  
(art antérieur)

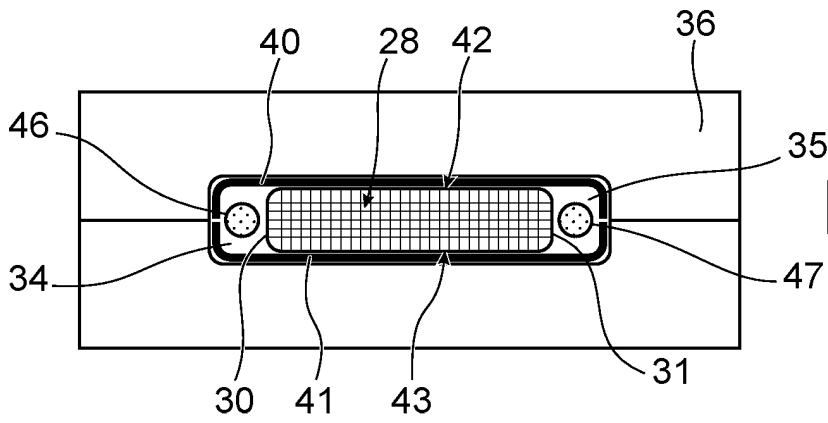


FIG. 5a

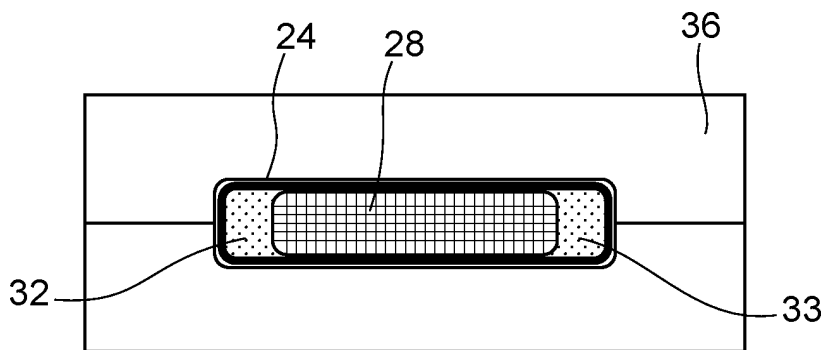


FIG. 5b

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

FR 2 677 705 A1 (MEILLOR SA [FR]) 18 décembre 1992 (1992-12-18)

EP 1 698 761 A2 (SNECMA [FR]) 6 septembre 2006 (2006-09-06)

US 2006/260292 A1 (TANIOKA TADATERU [JP]) 23 novembre 2006 (2006-11-23)

GB 2 267 329 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 1 décembre 1993 (1993-12-01)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT