

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 579 331**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **86 04013**

⑤1 Int Cl<sup>a</sup> : G 02 B 7/18.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 20 mars 1986.

③0 Priorité : DE, 22 mars 1985, n° P 35 10 414.7.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 39 du 26 septembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : HERAEUS QUARZS-  
CHMELZE GMBH. — DE.

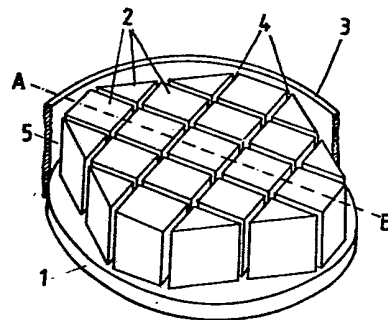
⑦2 Inventeur(s) : Paul Sauerwein.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Procédé de fabrication d'une ébauche de miroir léger à structure en nid d'abeilles.

⑤7 Pour fabriquer une ébauche de miroir léger, on pose des  
pièces 2 en graphite à intervalles mutuels réguliers sur un  
support 1 qui formera le panneau du miroir ou le panneau  
d'intrados et on entoure le support 1 d'un cadre en graphite 3;  
ensuite, on remplit les espaces libres 4, 5 de quartz en grain  
pour former une ossature porteuse en nid d'abeilles qui est  
fixée rigidement au support 1 et on chauffe l'ensemble dans  
un four à vide, à environ 1 730 °C. Après le refroidissement, on  
élimine les pièces 2 et le cadre 3. On monte ensuite le  
deuxième panneau sur l'ossature ainsi obtenue.



FR 2 579 331 - A1

D

L'invention concerne un procédé de fabrication d'une ébauche de miroir léger qui comprend une ossature porteuse munie d'alvéoles et qui est assemblée par une liaison rigide à un panneau de miroir ou à un panneau d'intrados, en utilisant comme matières pour l'ossature porteuse et pour le panneau de miroir ou le panneau d'intrados, des matières qui possèdent pratiquement le même coefficient de dilatation thermique, procédé dans lequel, pour réaliser l'ossature porteuse, on pose des pièces façonnées en graphite sur un support en forme de plaque, à l'intérieur d'un cadre en graphite et à un certain écartement mutuel, on introduit un granulat composé de quartz cristallin ou amorphe dans les cavités comprises entre les pièces façonnées en graphite ainsi qu'entre ces pièces et le cadre en graphite, pour former au moins une partie de l'ossature porteuse, on introduit ce montage dans un four et on chauffe dans une atmosphère non oxydante, et dans lequel on enlève les pièces façonnées en graphite après le refroidissement.

On connaît déjà, par le brevet DE-30 18 785, un mode de fabrication d'un miroir léger, en particulier pour applications astronomiques, dans lequel on introduit, entre un panneau avant en verre siliceux, silice fondue ou verre à haute teneur en silicates et un panneau d'intrados en verre siliceux, silice fondue ou verre en haute teneur en silicates, une ossature porteuse préfabriquée composée de verre siliceux, silice fondue ou verre à haute teneur en silicates, et on fixe cette ossature à ces panneaux par une liaison rigide. Dans ce cas, les matières choisies pour les panneaux et pour l'ossature porteuse présentent pratiquement le même coefficient de dilatation thermique. Pour former l'ossature porteuse, on dispose sur une plaque support destinée à être éliminée ultérieurement et qui porte une couche superficielle carbonée - par exemple en graphite - des éléments plats et/ou tubulaires en verre sili-

ceux, silice fondue ou verre à haute teneur en silicates, puis, dans les espaces libres subsistants, compris chacun entre deux éléments voisins, on dispose une matière à fritter composée d'un granulat, de petits tubes, bâtonnets, plaquettes ou d'un mélange de tels éléments et on maintient ce montage assemblé à l'aide d'un cadre en graphite présentant la forme d'un anneau. En supplément, on peut poser sur la plaque support des pièces façonnées composées d'une matière contenant du carbone ou du graphite, ces pièces façonnées étant enlevées avec le cadre en graphite et la plaque support après le refroidissement. Le montage ainsi formé est ensuite chauffé dans un four, dans lequel on entretient une atmosphère non oxydante, pendant un temps compris entre 2 et 6 heures, et à une température comprise dans l'intervalle allant de 1 300 à 1 600 °C. Pendant ce chauffage, les particules de verre siliceux de la matière s'assemblent par frittage entre elles et également aux pièces tubulaires préalablement disposées. Après l'élimination des matières graphitiques, on assemble l'ossature porteuse au panneau avant et au panneau d'intrados, par exemple par un apport de chaleur dirigé, au moyen d'arcs électriques, pour obtenir ainsi un miroir léger.

Selon ce brevet DE, il est donc indispensable de disposer sur la plaque support une pluralité de pièces tubulaires préfabriquées en matière siliceuse qui, après le comblement des espaces libres avec un granulat de matière siliceuse, donne, après le frittage, la structure en nid d'abeilles de l'ossature porteuse. L'espace occupé par le granulat peut être considérablement réduit par l'introduction de pièces façonnées en graphite, de sorte que, en dépit d'une grande solidité, seul un espace relativement petit est rempli de matière. Il s'agit ici d'un procédé relativement coûteux, dans lequel, dans plusieurs étapes de fabrication consécutives, les éléments siliceux tubulaires servant de matière pre-

mière doivent tout d'abord être fabriqués puis disposés pour constituer la structure de base de l'ossature porteuse, et ensuite être frittés après le comblement des espaces libres au moyen d'un granulat de matière siliceuse. L'assemblage avec le panneau avant ou avec le panneau d'intrados s'effectue ensuite dans une troisième phase, par exemple, par chauffage à l'arc électrique. En raison du chauffage partiel, il peut alors s'établir des contraintes importantes qui conduisent à une détérioration de la stabilité.

L'invention se donne pour but d'apporter un mode de fabrication aussi peu coûteux que possible tout en conservant l'absence de tensions à l'intérieur de la matière, qui permette de donner à l'ossature porteuse une configuration arbitrairement choisie en supprimant la nécessité d'utiliser des pièces préfabriquées déterminées en matière siliceuse. Par ailleurs, l'invention vise à permettre de se dispenser de toute addition de fondant.

Selon l'invention, ce problème est résolu par le fait qu'on pose directement les pièces façonnées en graphite sur le panneau de miroir ou le panneau d'intrados, qui sert de support, on réalise l'ossature porteuse entièrement au moyen du granulat introduit dans les intervalles et on chauffe le montage ainsi formé dans le four, sous une pression comprise dans l'intervalle allant de  $2.10^{-2}$  à 2 mbar, à une température comprise dans l'intervalle allant de 1 710 à 1 780 °C et pendant une période allant de 2 à 6 heures, et, ensuite, on maintient les éléments de montage ainsi assemblés entre eux dans le four pour le refroidissement.

Dans un mode préféré de mise en oeuvre du procédé, le montage est chauffé à une température comprise dans l'intervalle allant de 1 720 à 1 740 °C.

Comme pièces façonnées en graphite, on prépare des pièces en graphite ou en feuille de graphite, et les

espaces libres sont de préférence comblés d'un granulat de verre siliceux ou de silice fondue d'une grosseur de grain de 300 um, ce granulat étant fondu dans le four sous vide dans l'intervalle de pression de  $2 \cdot 10^{-2}$  à 2 mbar.

Les avantages de l'invention consistent en particulier dans le fait que la fabrication de l'ossature porteuse et son assemblage avec le panneau d'intrados ou au panneau de miroir s'effectuent en une seule opération, la structure de l'ossature porteuse pouvant être modifiée par une simple modification de la configuration, de la dimension ou de la position des pièces façonnées en graphite. Comme matière de départ pour l'ossature porteuse, on utilise du verre siliceux ou de la silice fondue, présenté sous la forme d'un granulat.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple de réalisation et en regard du dessin annexé sur lequel ;

la figure 1a représente le panneau en matière siliceuse avec les pièces façonnées en graphite posées sur ce panneau ;

la figure 1b représente une coupe de ce panneau après le remplissage des espaces libres au moyen d'un granulat des matière siliceuse ;

la figure 1c représente un montage composé d'un panneau en matière siliceuse, et d'une ossature porteuse, fabriqué par le procédé selon l'invention, et réuni par fusion en une pièce monobloc ;

la figure 2 représente un détail d'un panneau carré muni d'alvéoles triangulaires.

Selon la figure 1a, des pièces façonnées en graphite 2 sont disposées, à un certain écartement mutuel, sur le support cylindrique 1 en matière siliceuse qui sert de panneau de miroir ou de panneau d'intrados ; ces pièces présentent une forme en plan sensiblement carrée

mais, dans les régions marginales, les pièces façonnées 2 ont une forme en plan adaptée à la forme circulaire - par exemple, une forme triangulaire - pour s'adapter à la surface circulaire du support 1. Les pièces façonnées 5 2 sont disposées à des écartements mutuels réguliers, de sorte que les espaces libres 4 qui se trouvent entre eux ont tous la même largeur. Le support 1 est entouré d'un cadre en graphite enveloppant 3, qui débordé au-dessus du bord supérieur du support 1 en formant ainsi un cylindre creux. Pour la clarté de la représentation, ce cadre en graphite n'est représenté que partiellement sur la figure 10 la. Le verre siliceux aussi bien que la silice fondue sont appropriés comme matières pour le support 1.

Dans le moule préparé conformément à la figure 15 la, on verse un granulat de quartz cristallin ou amorphe, de sorte que l'espace entouré par le cadre de graphite 3 - c'est-à-dire l'espace libre 5 qui se trouve entre les pièces façonnées en graphite ou entre ces pièces et le cadre en graphite - est entièrement rempli. On utilise de préférence un granulat d'une grosseur de grain 20 de 300  $\mu\text{m}$ .

La figure lb montre une coupe dans la direction verticale prise selon la ligne A-B de la figure la. Sur cette figure, on peut reconnaître les pièces façonnées 25 en graphite 2 posées sur le support 1 en forme de plaque; l'espace libre 4 qui est compris entre deux pièces façonnées voisines ainsi que l'espace libre 3 qui se trouve entre le cadre en graphite 3 et les pièces façonnées 2 adjacentes à ce cadre, sont remplis avec ce granulat de telle manière que ce dernier s'étende du support 30 1 en matière siliceuse jusqu'à l'arête supérieure des pièces 2. Le bord supérieur du cadre en graphite 3 correspond ici au bord supérieur des pièces 2, tandis que le bord inférieur du cadre en graphite 3 se prolonge jusqu'au bord inférieur du support 1 en forme de plaque et 35 conserve la rigidité de forme de ce support pendant

l'opération.

Le moule garni du granulat siliceux conformément à la figure 1b est introduit dans un four, dans lequel on fait le vide, et qui est ensuite porté à une température de plus de 1 700 °C. On choisit de préférence une température d'environ 1 730 °C. La durée du chauffage est fonction de la dimension du montage introduit dans le four ; elle peut être de 2 à 6 heures. En pratique, pour les montages habituels, elle est de 3 à 4 heures.

Après l'achèvement de l'opération de chauffage, le four dans lequel on a fait le vide est balayé par un gaz inerte, de préférence par l'azote, dont la température est d'environ 20 °C. Le temps de refroidissement consécutif peut atteindre jusqu'à 24 heures, ce temps étant fonction de la dimension de la pièce. Après le refroidissement, on élimine les pièces façonnées en graphite 2 et le cadre en graphite 3 du dispositif, de sorte qu'il subsiste uniquement le support 1 en matière siliceuse, en forme de plaque, représenté sur la figure 1c et muni d'une ossature porteuse composée des nervures 6 et des zones marginales 7. La figure 1c montre un moule relativement simple muni d'une ossature porteuse en forme de grille. Les nervures 6 sont ici formées du granulat 4 disposé entre les pièces 2 tandis que les zones marginales 7 ont été formées par le granulat qui se trouve entre l'anneau en graphite 3 et les pièces 2 adjacentes à cet anneau.

Toutefois, selon les exigences de stabilité, il est également possible de donner à l'ossature porteuse une autre structure à nid d'abeilles présentant par exemple, la forme de triangles ou d'hexagones.

Après la fin de l'opération de fabrication, il est possible de poser le deuxième panneau - c'est-à-dire le panneau d'intrados ou le panneau de miroir - qui est nécessaire pour terminer la fabrication de l'ébauche de

miroir, sur les nervures 6 et les zones marginales 7 et de la fixer rigidement à ces nervures et zones par un nouveau chauffage. Après achèvement de cette opération de fabrication, il est possible de donner à l'ébauche de miroir la surface désirée, plane ou courbe, par des opérations de taillage et de polissage.

Toutefois, il est également possible de munir un support courbe d'une ossature porteuse correspondante, à la place du support en matière siliceuse qui était plat dans la construction décrite jusqu'à présent. Dans ce cas, on pose les pièces façonnées arrondies au niveau de leur bord supérieur et de leur bord inférieur pour suivre la courbure du miroir, conformément à la figure représentée sur la figure 1a. Egalement dans ce cas, on entoure le dispositif d'un cadre en graphite qui permet de remplir les espaces libres comme représenté sur la figure 1b. Dans le cas de supports à paroi relativement mince, il est possible de prévoir en supplément un appui par des pièces façonnées en graphite qui possèdent une surface présentant une courbure appropriée sur la face qui est à l'opposé de la future ossature porteuse.

La figure 2 montre un détail d'un support carré 1 en forme de plaque et dont les nervures 6 sont disposées de manière à former des évidements triangulaires. La fabrication s'effectue d'une façon analogue à l'exemple décrit plus haut. Dans cette fabrication, on dispose autour du support en forme de plaque un cadre en graphite présentant la forme d'un rectangle.

Bien entendu, diverses modifications pourront être apportées par l'homme de l'art au dispositif et au procédé qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemple sans sortir du cadre de l'invention.

## R E V E N D I C A T I O N S

1 - Procédé de fabrication d'une ébauche de miroir léger qui comprend une ossature porteuse munie d'alvéoles et qui est assemblée par une liaison rigide à un panneau de miroir ou à un panneau d'intrados, en utilisant comme matières pour l'ossature porteuse et pour le panneau de miroir ou le panneau d'intrados, des matières qui possèdent pratiquement le même coefficient de dilatation thermique, procédé dans lequel, pour réaliser l'ossature porteuse, on pose des pièces façonnées en graphite sur un support en forme de plaque, à l'intérieur d'un cadre en graphite et à un certain écartement mutuel, on introduit un granulats composé de quartz cristallin ou amorphe dans les cavités comprises entre les pièces façonnées en graphite ainsi qu'entre ces pièces et le cadre en graphite, pour former au moins une partie de l'ossature porteuse, on introduit ce montage dans un four et on chauffe dans une atmosphère non oxydante, et dans lequel on enlève les pièces façonnées en graphite après le refroidissement, caractérisé en ce qu'on pose directement les pièces façonnées en graphite (2) sur le panneau de miroir ou le panneau d'intrados, qui sert de support (1), ensuite, on réalise l'ossature porteuse entièrement au moyen du granulats introduit dans les espaces libres, et en ce qu'on chauffe le montage ainsi formé dans le four, sous une pression comprise dans l'intervalle allant de  $2 \cdot 10^{-2}$  à 2 mbar, à une température comprise dans l'intervalle allant de 1 710 à 1 780 °C, et pendant une période allant de 2 à 6 heures ; et ensuite, on maintient les éléments du montage ainsi assemblés entre eux dans le four pour le refroidissement.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on chauffe le montage à une température comprise dans l'intervalle allant de 1 720 à 1 740 °C, pendant une période allant de 3 à 6 heures.

3 - Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, comme pièces façonnées en graphite (2), on utilise des pièces en graphite ou en feuille de graphite.

5           4 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on introduit un granulats d'une grosseur de grain d'environ 300  $\mu\text{m}$ .

10           5 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'après la fin de l'opération de chauffage, on balaye le four au moyen d'un gaz inerte.

            6 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on utilise comme gaz inerte l'azote.

1/2

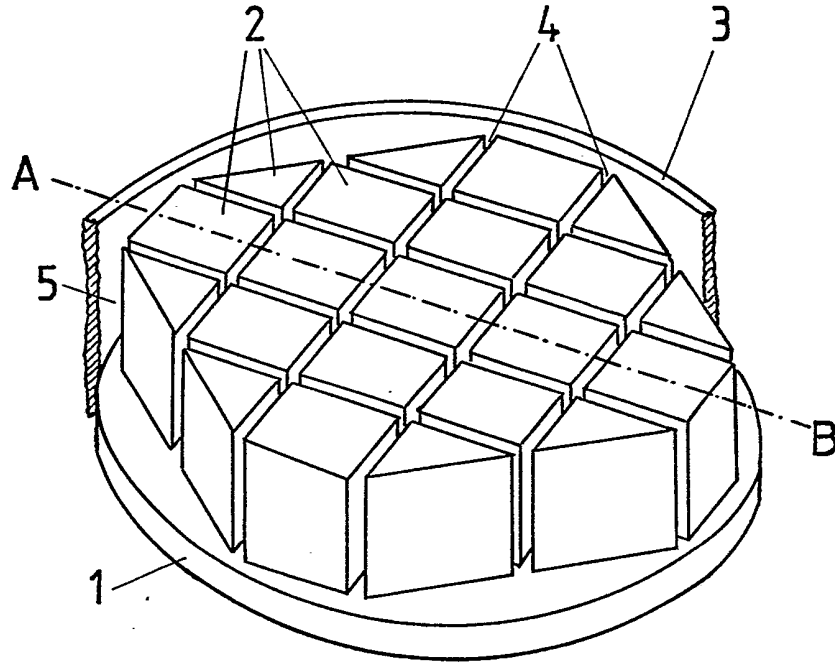


FIG. 1a

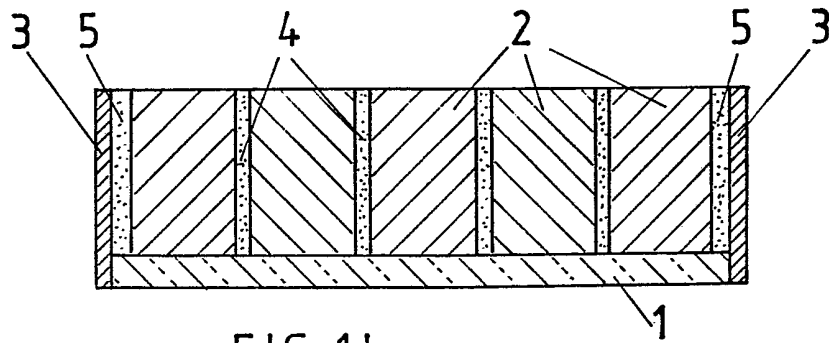


FIG. 1b

2/2

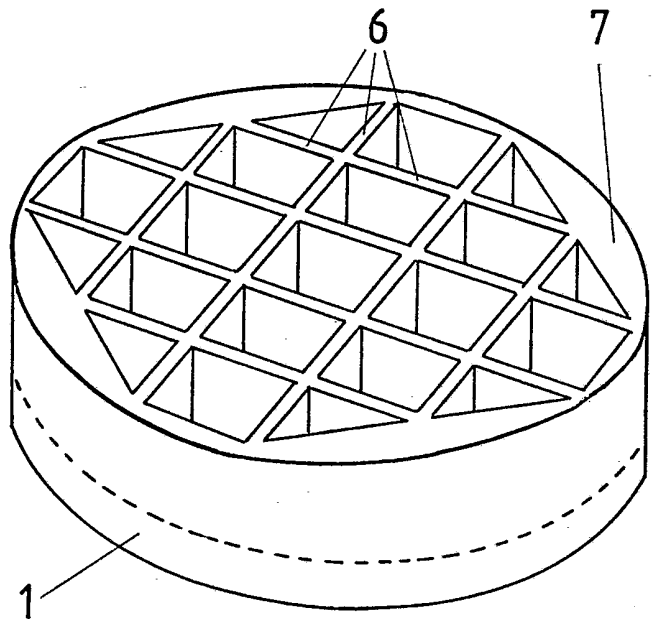


FIG. 1c

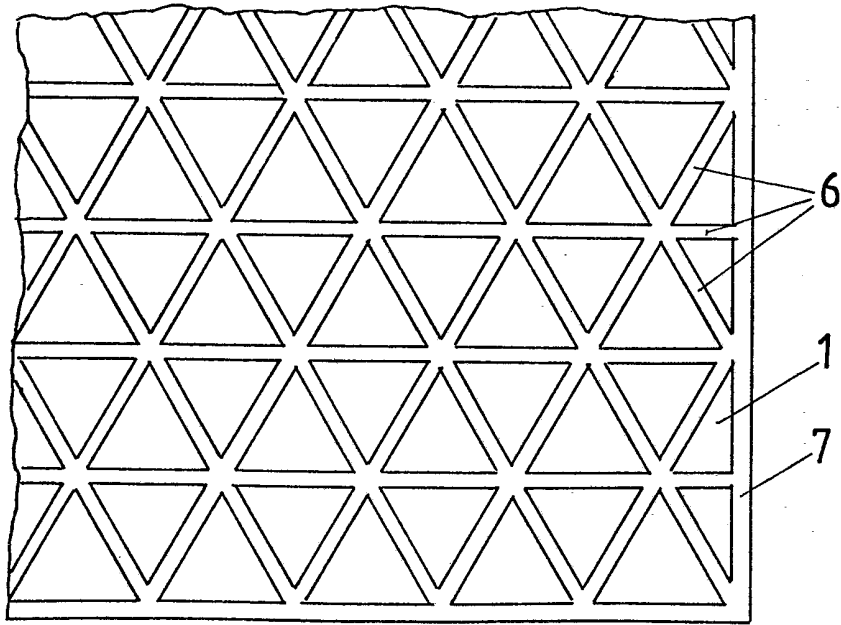


FIG. 2