



## Description

### Domaine technique

[0001] L'invention concerne un procédé de fabrication d'une structure comprenant au moins un tube et au moins une plaque en matériau composite à matrice métallique, assemblés l'un à l'autre.

[0002] Un tel procédé peut notamment être utilisé pour la fabrication de structures destinées à l'industrie spatiale, telles que des structures en treillis servant de support à des instruments optiques embarqués de type télescopes spatiaux, ou autres.

### Art antérieur

[0003] Lorsque des instruments optiques sont embarqués sur des engins spatiaux tels que des télescopes spatiaux, ces instruments sont généralement montés sur des structures en treillis.

[0004] Les structures en treillis comprennent habituellement une ou plusieurs plaques parallèles entre elles et une pluralité de tubes reliant ces plaques selon des directions différentes, de façon à assurer à l'ensemble une grande stabilité dimensionnelle.

[0005] En plus de ces exigences de stabilité, les tubes et les plaques qui constituent les structures en treillis supportant les instruments optiques qui équipent engins spatiaux doivent présenter des caractéristiques mécaniques adaptées, ainsi qu'une masse aussi réduite que possible. Cela conduit fréquemment les concepteurs de ces engins spatiaux à utiliser des matériaux composites à matrices métalliques pour réaliser les tubes et les plaques des structures en treillis.

[0006] De façon plus précise, les tubes et les plaques sont habituellement réalisés séparément, par injection d'un alliage métallique dans un moule contenant une préforme de fibres tissées. Les tubes et les plaques sont ensuite assemblés selon différentes techniques telles que le collage, le vissage ou le brasage.

[0007] Cependant, ces différentes techniques d'assemblage présentent toutes des inconvénients notables.

[0008] Ainsi, lorsque les tubes et les plaques sont assemblées par collage, le matériau différent ainsi introduit entre les pièces constitue une source d'instabilité thermomécanique, notamment du fait de la faible rigidité et de l'hygrométrie de la colle. En outre, ce type d'assemblage entraîne des difficultés de mise en oeuvre liées par exemple à la nécessité d'un traitement de surface et au temps de polymérisation de la colle.

[0009] Dans le cas où les tubes et les plaques sont assemblés par vissage, on introduit également de l'instabilité mécanique du fait des frottements et des micro glissements qui se produisent entre les pièces. De surcroît, l'ajout de vis et de rondelles se traduit par une augmentation de la masse globale de la structure, indésirable dans le domaine spatial.

[0010] Enfin, lorsque les tubes et les plaques sont assemblés par brasage, on rencontre des difficultés de mise en oeuvre en raison des géométries respectivement cylindrique et plane des pièces à assembler.

[0011] Comme l'illustre le document EP-A-0 610 020, il est connu d'assembler deux tubes d'acier selon une configuration en T en formant, par moulage, une coquille en aluminium ou en alliage d'aluminium autour de la zone de jonction entre les deux tubes

### Exposé de l'invention

[0012] L'invention a précisément pour objet un procédé de fabrication d'une structure comprenant au moins un tube et au moins une plaque en matériau composite à matrice métallique, ne présentant pas les inconvénients des procédés existants et permettant notamment de ne pas introduire d'instabilité thermomécanique à la jonction entre le tube et la plaque.

[0013] Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'un procédé de fabrication d'une structure comprenant au moins un tube et au moins une plaque en matériau composite à matrice métallique reliés l'un à l'autre, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes :

- dans une cavité d'un moule unique, mise en place d'une première préforme fibreuse ayant sensiblement la forme du tube, d'une deuxième préforme fibreuse ayant sensiblement la forme de la plaque et d'une troisième préforme fibreuse entourant une extrémité de la première préforme fibreuse adjacente à la deuxième préforme fibreuse ;
- injection d'un métal ou d'un alliage métallique dans la cavité du moule.

[0014] La mise en oeuvre de ce procédé permet de s'affranchir des interfaces entre les tubes et les plaques, communes à toutes les techniques de l'art antérieur. On préserve ainsi la stabilité thermomécanique de la structure. En outre, on réalise un gain de masse par rapport à la technique d'assemblage par vissage ainsi qu'une simplification de la mise en oeuvre par rapport à la technique d'assemblage par collage. De plus, la fabrication de plusieurs pièces identiques à partir d'un même moule se traduit par une diminution du coût.

[0015] Dans le cas le plus courant où le tube est creux, on place également dans le moule, à l'intérieur de la première préforme fibreuse, un mandrin de forme complémentaire de l'intérieur du tube.

[0016] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, on réalise la troisième préforme fibreuse sous la forme de deux demi coquilles dont chacune a la forme d'une demi couronne.

[0017] Avantagusement, on injecte le métal ou l'alliage métallique dans la cavité du moule sensiblement selon un axe longitudinal de la première préforme fibreuse, sur une face de la deuxième préforme fibreuse

opposée à la première préforme fibreuse.

**[0018]** En outre, on réalise de préférence les première, deuxième et troisième préformes fibreuses par drapage, de façon telle que certaines des fibres de chacune des préformes fibreuses soient sensiblement alignées lorsque les préformes sont placées dans le moule.

### Brève description des dessins

**[0019]** On décrira à présent, à titre d'exemple illustratif et non limitatif, un mode de réalisation préféré de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels la figure unique représente schématiquement, en coupe partielle, un moule destiné à la fabrication d'une structure comprenant un tube et une plaque par le procédé de l'invention, ainsi que les préformes fibreuses et le mandrin utilisés pour la mise en oeuvre de ce procédé.

### Description détaillée d'un mode de réalisation préféré de l'invention

**[0020]** Le mode de réalisation illustré à titre d'exemple sur la figure unique concerne la fabrication d'une structure en matériau composite à matrice métallique comprenant un seul tube creux et une seule plaque. Toutefois, l'invention n'est pas limitée à la fabrication de ce type de structure mais concerne, de façon générale, la fabrication de toute structure en matériau composite à matrice métallique comprenant un ou plusieurs tubes et une ou plusieurs plaques assemblés entre eux. De plus, l'invention peut être utilisée aussi bien lorsque les tubes sont creux, comme c'est généralement le cas, que lorsque les tubes sont pleins, c'est-à-dire lorsqu'ils sont remplacés par des tiges.

**[0021]** Conformément à l'invention, le tube et la plaque de la structure à fabriquer sont réalisés d'un seul tenant, par moulage, en incorporant à la structure une pièce de renfort annulaire qui entoure la partie du tube adjacente à la plaque et forme également une seule pièce avec la structure.

**[0022]** Dans le mode de réalisation représenté, la structure en matériau composite à matrice métallique est fabriquée dans un moule unique 10 formé de deux parties 12 et 14. Pour l'essentiel, la première partie 12 du moule 10 assure la fabrication du tube et la deuxième partie 14 assure la fabrication de la plaque.

**[0023]** Le moule 10 délimite intérieurement une cavité 16 dont une première portion 18 est formée dans la partie 12 du moule et dont une deuxième portion 20 est formée dans la partie 14 du moule.

**[0024]** La première portion 18 de la cavité 16 présente une forme complémentaire de la forme extérieure du tube que l'on désire fabriquer. En d'autres termes, la portion de cavité 18 a la forme d'un évidement cylindrique dont le diamètre est égal au diamètre extérieur du tube et dont la longueur est égale à la longueur de la partie du tube située à l'extérieur de la pièce de renfort annu-

laire entourant le tube dans sa zone de jonction avec la plaque.

**[0025]** La deuxième portion 20 de la cavité 16 présente une forme complémentaire de la forme extérieure de la plaque que l'on désire fabriquer et de la pièce de renfort annulaire qui entoure le tube dans sa zone de jonction avec la plaque. Le plan de joint 22 entre les deux portions 18 et 20 de la cavité 16 se trouve ainsi localisé au niveau de la face de la pièce de renfort annulaire opposée à la plaque.

**[0026]** Conformément à l'invention, on place à l'intérieur de la cavité 16 du moule une première préforme fibreuse 24 qui a sensiblement la forme du tube à fabriquer, une deuxième préforme fibreuse 26 qui a sensiblement la forme de la plaque à fabriquer et une troisième préforme fibreuse 28 qui a sensiblement la forme de la pièce de renfort annulaire entourant le tube dans sa zone adjacente à la plaque.

**[0027]** De façon plus précise, la première préforme fibreuse 24 est placée dans la portion de cavité 18 et fait saillie par l'une de ses extrémités dans la deuxième portion de cavité 20. La deuxième préforme fibreuse 26 est placée dans la deuxième portion de cavité 20 de telle sorte que l'extrémité précitée de la première préforme fibreuse 24 soit en appui contre elle. Enfin, la troisième préforme fibreuse 28 est également placée dans la deuxième portion de cavité 20, autour de la partie en saillie de la première préforme fibreuse 24 et en appui contre la deuxième préforme fibreuse 26.

**[0028]** Pour faciliter la mise en oeuvre, la troisième préforme fibreuse 28 est réalisée de préférence sous la forme de deux demi coquilles dont chacune a la forme d'une demi couronne.

**[0029]** Chacune des préformes fibreuses 24, 26 et 28 est constituée de fibres longues dont la nature et l'orientation sont choisies selon les caractéristiques mécaniques désirées pour la structure à fabriquer. Ces choix sont effectués par l'homme du métier par la simple mise en oeuvre de ses connaissances habituelles. Il ne fait donc pas partie de l'invention.

**[0030]** Cependant, afin d'améliorer la tenue mécanique de la pièce obtenue par le procédé selon l'invention, les orientations des fibres dans les différentes préformes 24, 26 et 28 sont avantageusement déterminées afin que certaines des fibres de chacune des préformes soient sensiblement alignées d'une préforme à l'autre lorsque toutes les préformes sont placées dans la cavité 16 du moule 10.

**[0031]** Dans chacune des préformes 24, 26 et 28, les fibres sont assemblées les unes aux autres par tout moyen approprié. Une technique d'assemblage consiste notamment à draper les unes sur les autres un certain nombre de tissus secs réalisés dans les fibres désirées, à lier les tissus entre eux, par exemple par couture, puis à compacter la préforme ainsi obtenue, afin d'obtenir le taux de fibres désiré.

**[0032]** Dans le mode de réalisation représenté, qui concerne la fabrication d'un tube creux, on place éga-

lement dans le moule, à l'intérieur de la première préforme fibreuse 24, un mandrin 30 présentant une forme complémentaire de l'intérieur du tube à fabriquer

[0033] Lors de l'étape suivante, on injecte dans la cavité 16 du moule 10 un métal ou un alliage métallique choisi par l'homme du métier afin d'obtenir les caractéristiques désirées pour la structure en cours de fabrication. Ce choix résulte de la simple mise en oeuvre des connaissances habituelles de l'homme du métier. Il ne fait pas partie de l'invention.

[0034] Comme on l'a représenté schématiquement par une flèche F sur la figure unique, le métal ou l'alliage métallique est injecté dans la cavité 16 par un orifice 32 formé dans la partie 14 du moule 10. De façon plus précise, l'orifice 32 débouche dans la portion de cavité 20, selon l'axe longitudinal commun à la portion de cavité 18 et à la première préforme fibreuse 24, sur une face de la deuxième préforme fibreuse 26 opposée à la première préforme fibreuse 24 et à la portion de cavité 18.

[0035] Les paramètres d'injection (température, pression, etc.) sont déterminés par l'homme du métier en tenant compte notamment de l'inertie thermique et de la géométrie de la structure. Ces données relèvent de la simple mise en oeuvre de ses connaissances habituelles. Elles ne font donc pas partie de l'invention.

[0036] Lorsque l'injection du métal ou de l'alliage métallique est terminée et lorsque la structure est solidifiée, on procède à l'ouverture du moule 10.

[0037] Conformément à l'invention, la structure extraite du moule est une pièce monolithique qui intègre sans discontinuité le tube, la plaque et la pièce de renfort. En particulier, il n'existe pas d'interface entre des matériaux différents, contrairement aux structures comparables de l'art antérieur. Une grande stabilité thermomécanique est donc assurée.

[0038] De surcroît, la structure obtenue présente une masse plus faible que les structures de l'art antérieur dans lesquelles le tube et la plaque sont assemblés par vissage.

[0039] En outre, la fabrication de la structure est assurée par une simple opération de moulage, c'est-à-dire que la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est sensiblement plus simple que celle des procédés de l'art antérieur selon lesquels le tube et la plaque sont assemblés par collage ou par soudage.

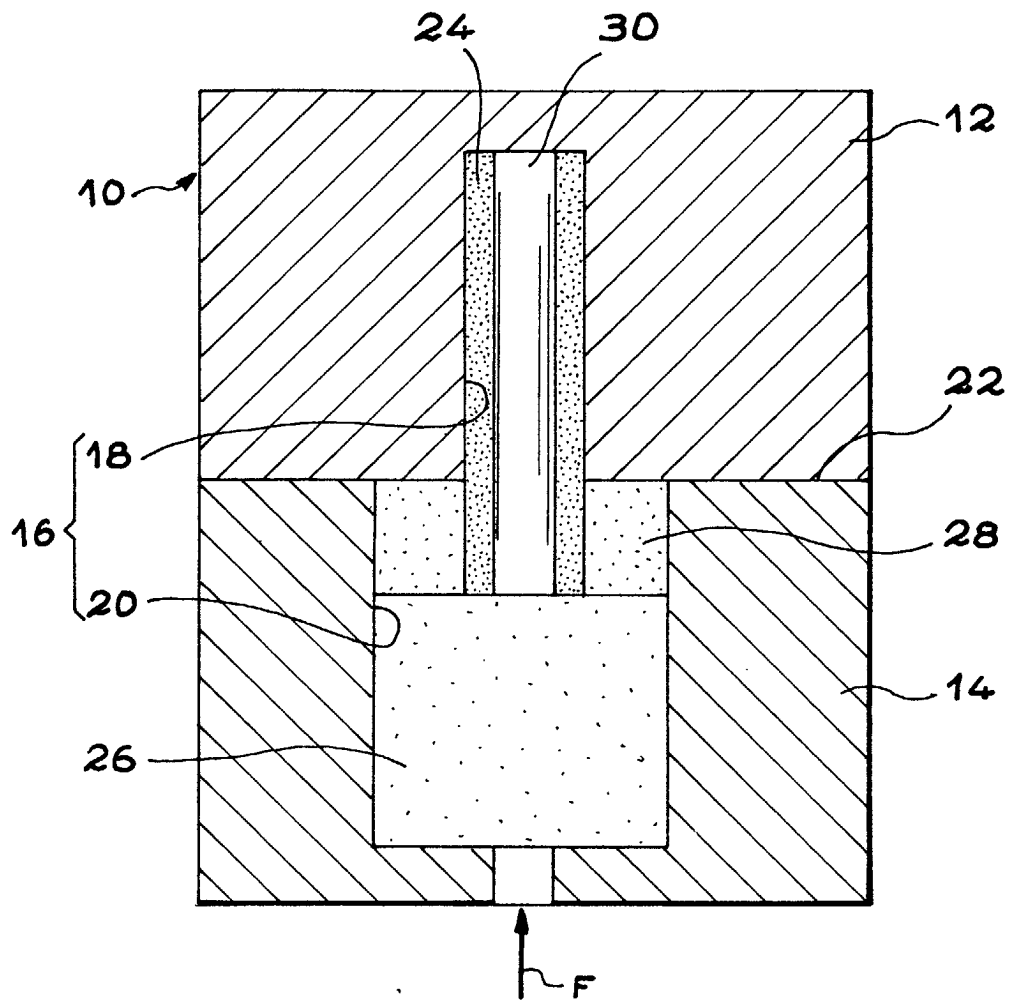
[0040] Bien entendu, lorsque la structure à fabriquer comprend plusieurs tubes et/ou plusieurs plaques, le moule et les renforts fibreux sont modifiés en conséquence.

- dans une cavité (16) d'un moule unique (10), mise en place d'une première préforme fibreuse (24) ayant sensiblement la forme du tube, d'une deuxième préforme fibreuse (26) ayant sensiblement la forme de la plaque et d'une troisième préforme fibreuse (28) entourant une extrémité de la première préforme fibreuse (24) adjacente à la deuxième préforme fibreuse (26) ;
- injection d'un métal ou d'un alliage métallique dans la cavité (16) du moule (10).

2. Procédé selon la revendication 1, appliqué au cas où le tube est creux, dans lequel on place également dans le moule (10), à l'intérieur de la première préforme fibreuse (24), un mandrin (30) de forme complémentaire de l'intérieur du tube.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel on réalise la troisième préforme fibreuse (28) sous la forme de deux demi coquilles dont chacune a la forme d'une demi couronne.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on injecte le métal ou l'alliage métallique dans la cavité (16) du moule (10) sensiblement selon un axe longitudinal de la première préforme fibreuse (24), sur une face de la deuxième préforme fibreuse (26) opposée à la première préforme fibreuse (24).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on réalise les première (24), deuxième (26) et troisième (28) préformes fibreuses par drapage, de façon telle que certaines des fibres de chacune des préformes fibreuses soient sensiblement alignées lorsque les préformes sont placées dans le moule (10).

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'une structure comprenant au moins un tube et au moins une plaque en matériau composite à matrice métallique reliés l'un à l'autre, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes successives suivantes :





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 02 29 1102

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	EP 0 610 020 A (YOUNGS CLIFFORD) 10 août 1994 (1994-08-10) * abrégé; figure 3 *	1	B22D19/14 B22D19/04
A	EP 0 882 534 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 9 décembre 1998 (1998-12-09) * abrégé; figure 3 *	1	
A	US 4 671 336 A (ANAHARA MEIJI ET AL) 9 juin 1987 (1987-06-09) * abrégé; figures 1,2 *	1	
A	US 6 216 763 B1 (RUEHL PHILLIP C ET AL) 17 avril 2001 (2001-04-17) * abrégé; figures 1,2 *	1	
A	EP 0 513 685 A (AUSTRIA METALL) 19 novembre 1992 (1992-11-19) * abrégé; figures 1,2 *	1	
A	US 6 048 432 A (ECER GUNES M) 11 avril 2000 (2000-04-11) * figures 9-12 *	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) B22D B22F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>7 août 2002</b>	Examineur <b>Mailliard, A</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 82 (P04002)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 1102

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

07-08-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0610020	A	10-08-1994	GB	2274858 A	10-08-1994
			EP	0610020 A1	10-08-1994
EP 0882534	A	09-12-1998	JP	11047913 A	23-02-1999
			EP	0882534 A1	09-12-1998
US 4671336	A	09-06-1987	JP	1648377 C	13-03-1992
			JP	3009823 B	12-02-1991
			JP	60234762 A	21-11-1985
			US	4750247 A	14-06-1988
US 6216763	B1	17-04-2001	AUCUN		
EP 0513685	A	19-11-1992	DE	4115057 A1	12-11-1992
			EP	0513685 A1	19-11-1992
US 6048432	A	11-04-2000	AUCUN		

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82