

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 24.11.89.

⑬ Priorité :

⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 31.05.91 Bulletin 91/22.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : VOLLET Jérôme — FR.

⑱ Inventeur(s) : VOLLET Jérôme.

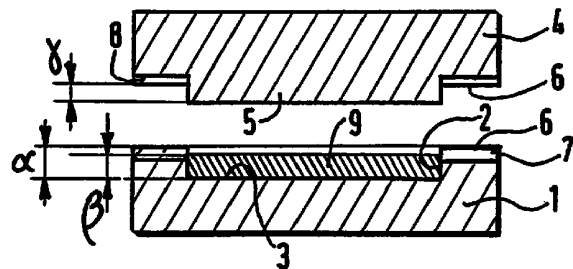
⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire : Cabinet Bloch Conseils en Propriété Industrielle.

⑳ Procédé de moulage d'une pièce en matériau composite.

㉑ On réalise une partie de moule femelle (1) et une partie de moule mâle (4) pour coopérer l'une avec l'autre et ménager entre elles un espace ( $\alpha$ - $\gamma$ ) correspondant à la pièce à mouler, on découpe un flanc de tissu (9) pour s'adapter au fond (3) de la partie de moule femelle (1) sans faire saillie hors de celle-ci et être comprimé entre les deux parties de moule (1, 4), on place le flanc de tissu (9) sur le fond (3) de la partie de moule femelle (1), on ferme le moule, on fait le vide, on injecte de la résine et on cuit la pièce.

Le procédé est bien approprié à la réalisation de pièces de grément.



Les matériaux composites sont constitués d'un tissu de fils ou de fibres, par exemple de carbone, d'aramide ou de verre ou d'un mélange de ces matières, imprégné d'une matière durcissable, généralement thermodurcissable, et durcie, par exemple une résine époxy.

Ces matériaux ont de multiples applications et dans tous genres d'industrie. Le demandeur, dont l'invention va être présentée ci-après, les utilise actuellement pour la fabrication, par moulage, de pièces de grément, celles-ci ne devant toutefois pas être considérées comme limitatives de cette invention.

Le moulage des pièces en matériau composite s'effectuait jusqu'alors dans des conditions non pleinement satisfaisantes.

On plaquait le tissu à imprégner contre la paroi du moule, aux cotes de la pièce à obtenir, en faisant le vide entre le moule et une bâche. Des plis étaient donc inévitables. Au tissu proprement dit de la pièce à obtenir, étaient associés pendant le moulage un tissu de drainage, servant d'ultime réserve de résine nécessaire en fin d'opération, et un tissu d'arrachage, intercalé entre le tissu de carbone et le tissu de drainage pour éviter leur contact mutuel et permettre, après moulage, la récupération facile du tissu de carbone imprégné. Il en résultait un défaut de calibrage de la pièce finale. Enfin, du fait des particularités évoquées ci-dessus du procédé de moulage de l'art antérieur, il fallait, au départ, donner au tissu de carbone des dimensions supérieures à celles du moule, contraignant ainsi, après moulage, à usiner, ou ébarber, la pièce sortie de moule au risque d'affaiblir la tenue mécanique de la pièce.

L'invention vise à éliminer tous ces inconvénients.

A cet effet, la présente invention peut être présentée comme un procédé de moulage d'une pièce en matériau composite, formée d'au moins un élément tridimensionnel en tissu imprégné de résine, caractérisé par le fait

5 qu'on réalise une partie de moule femelle et une partie de moule mâle associée, chacune à trois dimensions, dont deux, de fond, sont égales à celles correspondantes de l'élément de pièce, la troisième dimension de la partie de moule femelle étant supérieure, de la valeur de la

10 troisième dimension de l'élément de pièce, à celle de la partie de moule mâle, on découpe, aux deux dimensions de fond du moule, un flanc de tissu d'épaisseur comprise entre les troisième dimensions respectives de l'élément de pièce et de la partie de moule femelle, on place le

15 flanc de tissu sur le fond de la partie de moule femelle, on ferme le moule et on moule l'élément de pièce.

Si la pièce à mouler n'est pas parallélépipédique, et qu'elle ne peut donc pas être définie par seulement trois

20 dimensions, il faut naturellement considérer que l'élément de pièce en question est une partie élémentaire de la pièce qui peut être assimilée à un petit parallélépipède. Ce sera généralement le cas, les pièces de gréement ayant des formes géométriques complexes à surfaces pour le moins

25 non parfaitement réglées ou développables. On peut toutefois généraliser la définition du procédé de l'invention de la manière qui suit.

Le procédé, tel qu'inventé par le demandeur, de moulage

30 d'une pièce en matériau composite, formée d'au moins un élément en tissu imprégné de résine, est caractérisé par le fait qu'on réalise une partie de moule femelle et une partie de moule mâle destinées à coopérer l'une avec l'autre pour ménager entre elles un espace correspondant

35 à l'élément de pièce, on découpe un flanc de tissu à des

côtes déterminées pour s'adapter au fond de la partie de moule femelle sans faire saillie hors de celle-ci et être comprimé lors de la coopération des deux parties de moule, on place le flanc de tissu sur le fond de la partie de moule femelle, on ferme le moule et on entraîne les deux parties de moule en coopération et on moule l'élément de pièce.

Grâce à la différence de cotes des portions utiles des deux parties de moule mâle et femelle et à l'une des côtes du flanc de tissu de départ, caractéristiques du procédé de moulage de l'invention, le tissu imprégné sort de moule aux bonnes cotes, sans avoir été pincé; la pièce n'a pas à être ébarbée. En outre, le tissu est imprégné d'un volume de résine parfaitement déterminé.

Dans une mise en oeuvre particulière du procédé de moulage de l'invention, on préimprègne de résine le flanc de tissu avant de le placer sur le fond de la partie de moule femelle et on cuit l'élément de pièce dans le moule après l'avoir fermé.

Dans la mise en oeuvre préférée du procédé de moulage de l'invention, après avoir fermé le moule, on y fait le vide, on y injecte de la résine sous pression, avantageusement à chaud, et on cuit l'élément de pièce dans le moule, avant de l'ouvrir et de sortir l'élément de pièce en tissu imprégné.

Avantageusement encore, le flanc de tissu de départ est fixé avant d'être placé sur le fond de la partie de moule femelle, c'est-à-dire qu'on le revêt d'un mince film de résine, afin d'éviter toute modification de l'assemblage de la chaîne et de la trame du tissu.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de la mise en oeuvre préférée du procédé de l'invention, en référence aux dessins annexés, sur lesquels

5

- la figure 1 est une vue en perspective éclatée et simplifiée d'un moule pour le moulage d'un élément de pièce parallélépipédique selon le procédé de l'invention et
- 10 - la figure 2 est une vue en coupe du moule de la figure 1.

Soit donc l'objectif de mouler une pièce, ici monobloc et parallélépipédique, dans le moule des figures 1 et 2, dont les caractéristiques géométriques seront définies plus loin, en matériau composite, ici encore, en tissu de fibres de carbone imprégnées de résine thermodurcies.

Il faut et préparer le tissu et réaliser les parties de moule.

On commence par saisir la pièce à mouler sur ordinateur pour déterminer les éléments virtuels, en nombre minimal, dont elle est composée et qui devront être respectivement moulés par des paires de parties de moule mâle et femelle différentes. Cette étape, bien que longue, est classique, et ne sera pas décrite dans ses détails. Dans l'exemple considéré, la pièce est moulée dans une seule paire de parties de moule.

30

On notera d'ores et déjà ici que le procédé de l'invention s'applique surtout bien au moulage de pièces dépourvues d'angle vif à fonction mécanique. En outre, les pièces à fabriquer doivent être moulables par des tissus et de préférence à surface développable.

35

Comme tissus, on peut prendre un tissu non tissé ou tissé, tissé avec chaîne et trame orientées à  $90^\circ$  ou  $45^\circ$  l'une de l'autre, pour ne considérer que les plus courants. On peut envisager aussi, pour le moulage des pièces, 5 d'utiliser plusieurs tissus empilés.

On peut utiliser des tissus secs ou préimprégnés. Un tissu préimprégné est déjà enduit de résine et conservé à basse température de congélation. Un tissu sec, de pré- 10 férence, est au préalable fixé.

Ayant donc "décomposé" la pièce à mouler, on découpe dans un flanc de tissu les morceaux de tissu appropriés, la découpe pouvant s'effectuer à l'aide de moyens informati- 15 ques pour l'optimiser en cas de nombre important de morceaux. Parallèlement, on réalise les parties du moule.

Dans l'exemple considéré, donné à titre purement explicatif, on réalise une partie du moule femelle 1, de forme 20 extérieure parallélépipédique, avec une portion utile intérieure de moulage évidée 2 aussi parallélépipédique. Les deux dimensions, longueur et largeur, du fond 3 de la portion 2 sont respectivement égales à celles de la pièce à mouler. La profondeur de cette portion 2,  $\alpha$ , est ici légè- 25 rement supérieure à l'épaisseur  $\beta$  du flanc de tissu de départ.

On réalise une portion de moule mâle 4, complémentaire de la portion de moule femelle 1, de section, parallèle au 30 plan de joint 6 des deux parties de moule, identique à celle du moule femelle et comportant une portion utile 5 en saillie hors du plan de joint 6, destinée à s'emboîter dans l'évidement 2 du moule femelle 1, avec une section, parallèle au plan de joint, identique à celle de l'évide- 35 ment femelle 2 mais de profondeur  $\gamma$  satisfaisant la relation

$$\gamma = \alpha - \delta$$

$\delta$  étant l'épaisseur finale du tissu après moulage.

En résumé,

$$5 \quad \begin{cases} \delta < \beta < \alpha \\ \gamma = \alpha - \delta \end{cases}$$

On perce enfin, dans chaque partie de moule, un demi-  
conduit 7 de mise sous vide destiné à être relié à une  
10 pompe à vide et un demi-conduit 8 d'injection de résine  
destiné à être relié, à une réserve de résine.

Ainsi, les parties de moule étant réalisées et le flanc  
de tissu découpé, on procède au moulage de la pièce. On  
15 préchauffe les parties de moule. On place le flanc de  
tissu sec découpé et fixé 9, d'épaisseur  $\beta$  inférieure à  
la profondeur  $\alpha$ , sur le fond 3 de la partie de moule  
femelle 1, on ferme le moule en emboîtant la portion mâle  
5 dans l'évidement femelle 2 jusqu'à ce que leurs plans  
20 de joint 6 soient confondus et que le moule puisse être  
étanche au vide et à la pression, ce qui, sans le pincer,  
comprime le tissu 9 dont l'épaisseur est réduite de  $\beta$   
à  $\delta$ .

25 On raccorde le conduit 7 à la pompe à vide et le conduit  
8 à la réserve de résine, ici chaude, reliée par ailleurs  
à une pompe d'injection. La communication entre le conduit  
8 et la réserve de résine étant coupée, on fait le vide dans  
le moule et on coupe la communication entre le conduit 7 et la pompe à  
30 vide. On ouvre l'autre communication et la résine, en quantité néces-  
saire et suffisante, est injectée sous pression dans le moule sous  
l'action de la dépression qui y règne et, bien sûr et surtout, de la  
pompe d'injection. On coupe la communication entre le moule  
et la réserve de résine. On chauffe le moule et on cuit la  
35 pièce dans le moule, pour en augmenter la résistance mécanique.

On ouvre le moule, on démoule la pièce, on ébavure à la rigueur le point d'injection et on stocke la pièce.

Il faut éviter que de l'air soit emprisonné dans la pièce à mouler, donc éviter qu'il ne le soit dans le moule. Pour  
5 cette raison, il est préférable que, lors de l'injection de résine, l'air résiduel soit chassé. Il en résulte que les conduits de vide et d'injection déboucheront dans le moule en des endroits appropriés.

Un procédé de moulage d'une pièce parallélépipédique vient  
10 d'être décrit. Qu'il soit ici rappelé que l'invention s'applique au moulage de pièces plus complexes. Hormis la réalisation des parties de moule et le découpage du flanc de tissu, les autres étapes du procédé restent les mêmes. Pour  
15 ce qui concerne les points d'injection de résine, ils sont déterminés par la forme de la pièce à mouler et l'exigence d'un emplissage total de l'intérieur du moule sans déplacement des fils ou des fibres du tissu.

Le procédé de moulage, qui vient d'être décrit, est parfaitement bien approprié à la réalisation en matériau composite  
20 de poulies, manivelles, rails, chariots, embouts de câble de gréement mais aussi d'autres pièces utiles dans les secteurs du bâtiment, de l'automobile, de l'aéronautique, etc.



## Revendications

1. Procédé de moulage d'une pièce en matériau composite, formée d'au moins un élément en tissu imprégné de résine, caractérisé par le fait qu'on réalise une partie de moule femelle (1) et une partie de moule mâle (4) destinées à coopérer l'une avec l'autre pour ménager entre elles un espace ( $\alpha-\gamma$ ) correspondant à l'élément de pièce, on découpe un flanc de tissu (9) à des cotes déterminées pour s'adapter au fond (3) de la partie de moule femelle (1) sans faire saillie hors de celle-ci et être comprimé lors de la coopération des deux parties de moule (1, 4), on place le flanc de tissu (9) sur le fond (3) de la partie de moule femelle (1), on ferme le moule et on entraîne les deux parties de moule (1, 4) en coopération et on moule l'élément de pièce.

2. Procédé de moulage selon la revendication 1, dans lequel ledit élément est tridimensionnel, on réalise une partie de moule femelle (1) et une partie de moule mâle (4) associée, chacune à trois dimensions, dont deux, de fond, sont égales à celles correspondantes de l'élément de pièce, la troisième dimension ( $\alpha$ ) de la partie de moule femelle (1) étant supérieure, de la valeur de la troisième dimension ( $\delta$ ) de l'élément de pièce, à celle ( $\gamma$ ) de la partie de moule mâle (4), avant de découper, aux deux dimensions de fond du moule, un flanc de tissu d'épaisseur ( $\beta$ ) comprise entre les troisièmes dimensions respectives ( $\delta, \alpha$ ) de l'élément de pièce et de la partie de moule femelle.

3. Procédé de moulage selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel on préimprègne de résine le flanc de tissu avant de le placer sur le fond (3) de la partie de moule femelle (1) et on cuit l'élément de pièce dans le moule après l'avoir fermé.

4. Procédé de moulage selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel le flanc de tissu est fixé avant d'être placé sur le fond (3) de la partie de moule femelle (1).

5 5. Procédé de moulage selon l'une des revendications 1, 2 et 4, dans lequel, après avoir fermé le moule, on y fait le vide, on y injecte de la résine et on cuit l'élément de pièce dans le moule avant de l'ouvrir et de sortir l'élément de pièce en tissu imprégné.

10

6. Procédé de moulage selon la revendication 5, dans lequel on injecte de la résine sous pression dans le moule.

15 7. Procédé de moulage selon l'une des revendications 5 et 6, dans lequel on injecte de la résine chaude dans le moule.

1/1

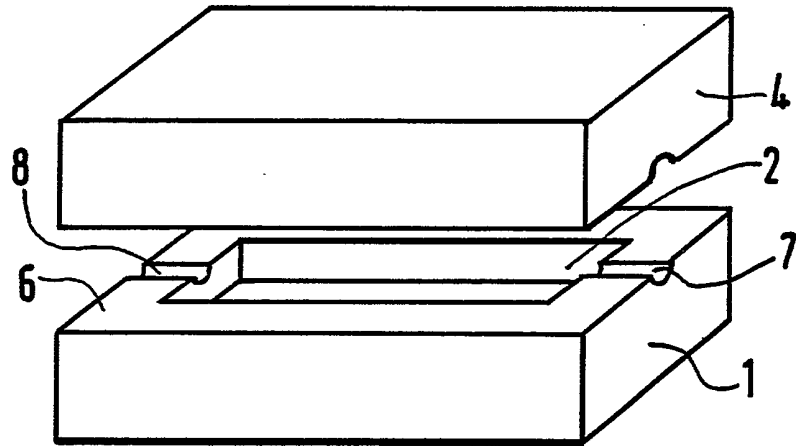


FIG. 1

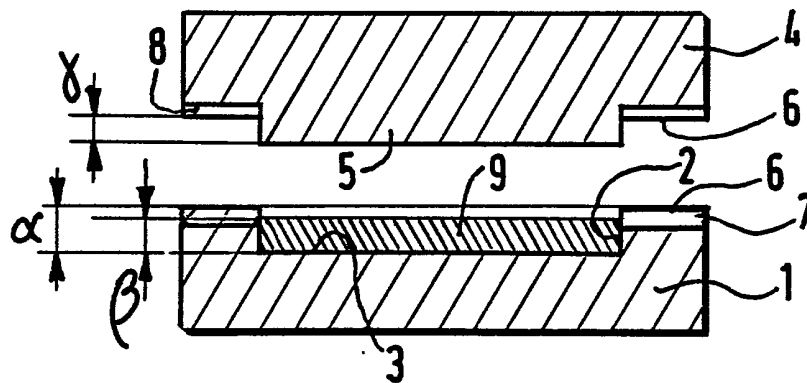


FIG. 2

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

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

FR 8915468

FA 434810

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FR-A-2 096 530 (LIBBEY-OWENS-FORD) * Ensemble du document * ---	1-4
X	WO-A-8 300 118 (BOEING) * Ensemble du document * ---	1-4
X	EP-A-0 172 050 (RENAULT) * Ensemble du document * ---	1-4
X	EP-A-0 294 768 (DOW CHEMICAL) * Page 5, lignes 1-43; revend.; figures 3,3a * ---	1,2,5-7
X	US-A-3 137 750 (M. GRINGRAS) * Ensemble du document * ---	1,2,5-7
A	EP-A-0 056 352 (J. BROCHIER) * Ensemble du document et en particulier page 4, lignes 7-17 * ---	4
A	GB-A- 841 371 (AEROPLASTICS) * Ensemble du brevet * ---	4
A	EP-A-0 082 321 (MESSERSCHMITT-BÖLKOW) * Revend.; fig. * -----	1-3
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
20-08-1990		LABEEUW R. C. A.

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

B 29 C

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

- X : particulièrement pertinent à lui seul
- Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
- A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
- O : divulgation non-écrite
- P : document intercalaire

- T : théorie ou principe à la base de l'invention
- E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
- D : cité dans la demande
- L : cité pour d'autres raisons
- .....
- & : membre de la même famille, document correspondant