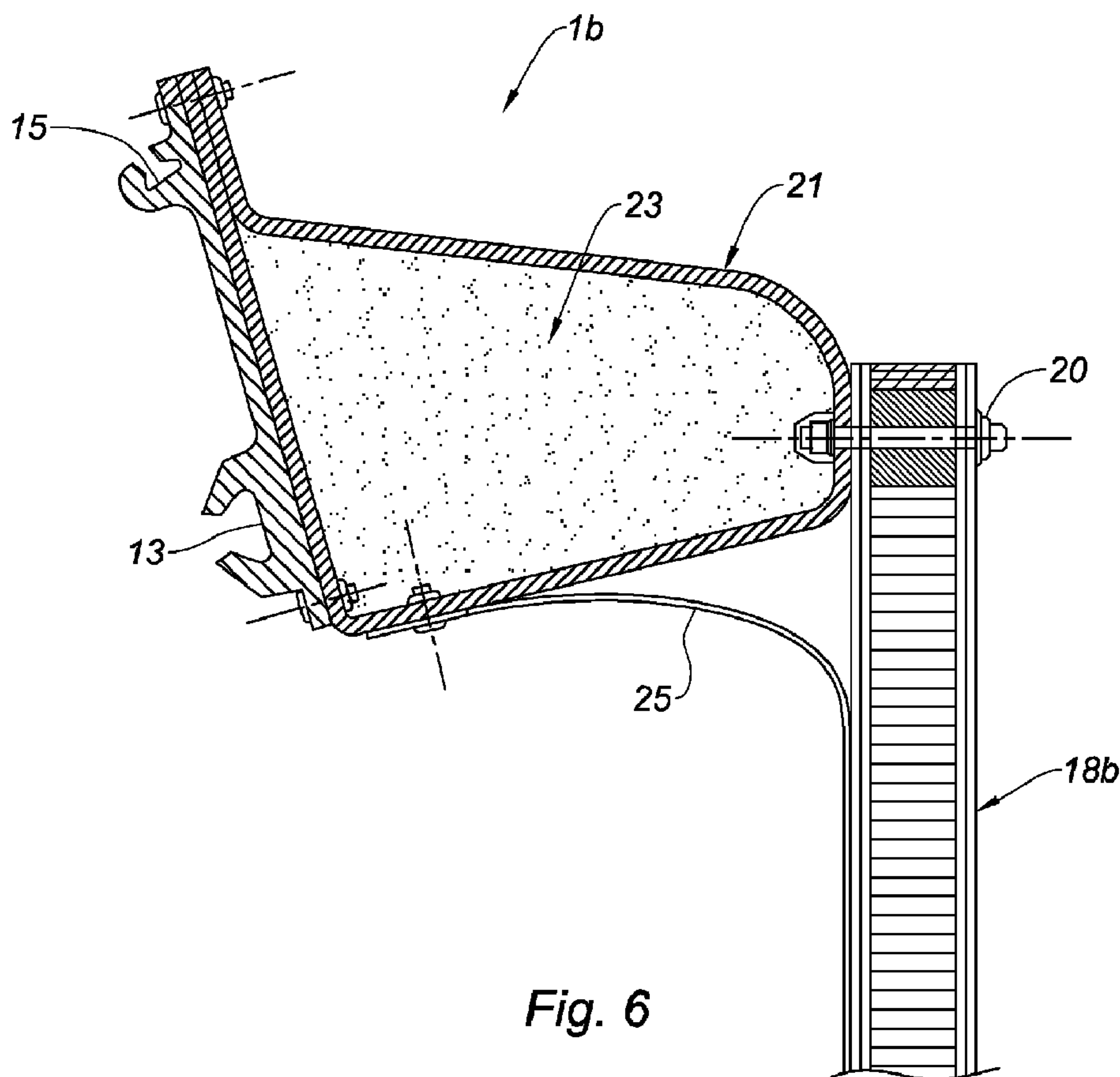




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2011/07/28  
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2012/02/23  
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2013/02/04  
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2011/051826  
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2012/022900  
 (30) Priorité/Priority: 2010/08/18 (FR10/56647)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F02K 1/72* (2006.01),  
*F02K 1/80* (2006.01)  
 (71) Demandeur/Applicant:  
AIRCELLE, FR  
 (72) Inventeurs/Inventors:  
BELLANGER, ALEXANDRE, FR;  
BOUILLON, FLORENT, FR;  
DUBOIS, LAURENT, FR  
 (74) Agent: NORTON ROSE CANADA  
S.E.N.C.R.L.,S.R.L./LLP

(54) Titre : POUTRE POUR INVERSEUR DE POUSSEE A GRILLES  
 (54) Title: BEAM FOR A CASCADE THRUST REVERSER



**Fig. 6**

(57) Abrégé/Abstract:

Cette Poutre (1b) notamment pour inverseur de poussée à grilles comprend une peau (21) en matériau composite définissant une section fermée, et est remplie d'un matériau d'âme (23).

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
23 février 2012 (23.02.2012)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2012/022900 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*F02K 1/72* (2006.01) *F02K 1/80* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2011/051826
- (22) Date de dépôt international :  
28 juillet 2011 (28.07.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
10/56647 18 août 2010 (18.08.2010) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
AIRCELLE [FR/FR]; Route du Pont 8, F-76700  
Gonfreville L'orcher (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
BELLANGER, Alexandre [FR/FR]; 151 rue de Paris,  
F-76600 Le Havre (FR). BOUILLON, Florent [FR/FR];
- (55) 5 rue des Marronniers, F-76280 Anglesqueville L'esneval  
(FR). DUBOIS, Laurent [FR/FR]; 117 Rue des Sports,  
F-76620 Le Havre (FR).
- (74) Mandataire : CABINET GERMAIN & MAUREAU; 8  
avenue du Président Wilson, F-75016 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : BEAM FOR A CASCADE THRUST REVERSER

(54) Titre : POUTRE POUR INVERSEUR DE POUSSEE A GRILLES

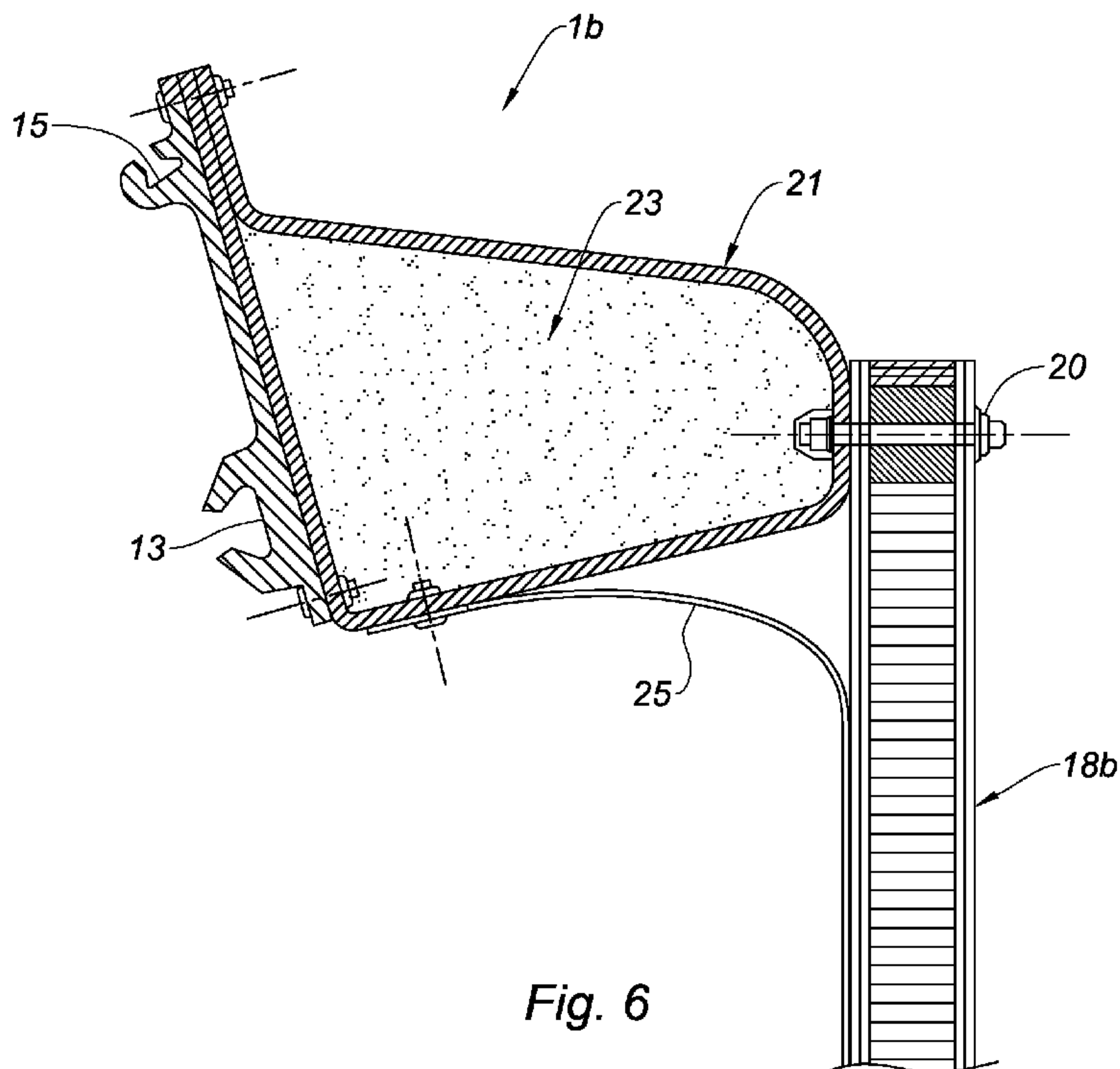


Fig. 6

(57) Abstract : The invention relates to a beam (1b), in particular for a cascade thrust reverser, including a skin (21) made of a composite material and defining a closed section, wherein said beam is filled with a core material (23).

(57) Abrégé : Cette Poutre (1b) notamment pour inverseur de poussée à grilles comprend une peau (21) en matériau composite définissant une section fermée, et est remplie d'un matériau d'âme (23).

**WO 2012/022900 A1** 

---

TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)*

## POUTRE POUR INVERSEUR DE POUSSEE A GRILLES

La présente invention se rapporte à une poutre notamment pour inverseur de poussée à grilles.

5 Comme cela est connu en soi, un moteur d'aéronef, qui est en général du type turboréacteur, est placé à l'intérieur d'une nacelle qui, entre autres fonctions :

- assure le carénage aérodynamique du moteur,
- permet de canaliser l'air extérieur vers le moteur,
- 10 - permet de relier le moteur à l'aéronef.

Classiquement, la liaison du moteur à l'aéronef est effectuée au moyen d'une structure de support comprenant deux poutres longitudinales supérieures, souvent appelées poutres 12 heures en raison de leur position au sommet de la nacelle, deux poutres longitudinales inférieures, classiquement  
15 appelées poutres 6 heures en raison de leur position dans la partie inférieure de la nacelle, et un ensemble présentant une forme sensiblement annulaire appelé cadre avant, formé en réalité de deux demi-cadres s'étendant chacun entre lesdites poutres longitudinales supérieures et inférieures, et destiné à être fixé à la périphérie du bord aval du carter de la soufflante du moteur.

20 Une telle configuration classique est visible sur la figure 1 ci-annexée, où l'on a représenté une partie arrière de nacelle incorporant en l'espèce un inverseur de poussée, cette partie arrière comprenant :

- deux poutres 12 heures 1a, 1b,
- deux poutres 6 heures 2a, 2b,
- 25 - deux demi-cadres avant 3a, 3b, s'étendant chacun respectivement entre les poutres 12 heures 1a, 1b et les poutres 6 heures 2a, 2b, et supportant des grilles de déviation 5a, 5b,
- deux demi-capots 7a, 7b montés chacun coulissant respectivement sur une poutre 12 heures 1a, 1b et sur une poutre 6 heures  
30 2a, 2b, de manière à pouvoir découvrir les grilles de déviation 5a, 5b en vue de réaliser l'inversion de poussée.

Comme cela est connu en soi, lors de l'inversion de poussée, l'air A1 en provenance de la soufflante (non représentée) et circulant à l'intérieur de la veine de flux secondaire 9a, 9b, traverse les grilles 5a, 5b et est rejeté vers  
35 l'avant de la nacelle, comme indiqué par la flèche A2.

Chaque ensemble gauche et droite formé respectivement par une poutre 12 heures, le demi-cadre avant associé et une poutre 6 heures, est un ensemble rigide ayant une fonction structurante pour l'inverseur de poussée : un tel ensemble est visible sur la figure 2 (ensemble de la moitié gauche de l'inverseur).

Comme cela est représenté sur les figures 3 et 4 ci-annexées, chaque poutre 12 heures est classiquement formée dans un alliage métallique nervuré 11 à base d'aluminium, et comprend typiquement, sur sa face extérieure, des rails primaire 13 et secondaire 15 aptes à permettre le mouvement du demi-capot 7b associé (non représenté), et une pluralité de chapes de charnières 17a, 17b, 17c, 17d aptes à permettre l'articulation de la poutre 1b sur le mât de nacelle associé.

Un réceptacle 19, monté sur la partie amont (par rapport au sens de l'écoulement d'air dans la nacelle) de la poutre 1b, permet la fixation du demi-cadre avant 3b associé destiné à supporter les grilles 5b de l'inverseur de poussée (cadre et grilles non représentés).

Comme cela est visible sur la figure 5, la poutre 1b est rapportée par rivetage 20 sur la partie supérieure d'un panneau de demi-structure interne fixe 18b, formé généralement en matériau composite, et définissant, avec le demi-capot 7b d'inverseur de poussée associé, la veine d'air froid 9b.

Dans un souci de gain de masse notamment, de nombreux travaux ont porté ces dernières années sur des solutions en matériaux composites pour les poutres 12 heures et 6 heures, ainsi d'ailleurs que pour les demi-cadres avant.

C'est ainsi par exemple que le document de l'art antérieur US2007/0294996 décrit une poutre 12 heures en composite à base de fibres de carbone, présentant une section fermée et creuse.

Bien que présentant un gain de poids manifeste, la poutre divulguée par ce document nécessite des opérations de moulage complexes.

La présente invention a notamment pour but de fournir une poutre pour inverseur de poussée en matériau composite qui soit beaucoup plus simple à réaliser que celle mentionnée ci-avant.

On atteint ce but de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec une poutre notamment pour inverseur de poussée à grilles comprenant une peau en matériau composite

définissant une section fermée, remarquable en ce qu'elle est remplie d'un matériau d'âme.

Par « matériau d'âme », on entend un matériau suffisamment rigide pour permettre à ce matériau de servir de noyau perdu de moulage lors d'un moulage du type à infusion de résine, tel qu'un procédé RTM (Resin Transfer Moulding), et suffisamment léger par ailleurs ne pas être pénalisant du point de vue de la préoccupation de gain de poids.

Grâce aux caractéristiques de l'invention, on peut réaliser de manière très simple la poutre : il suffit pour cela de choisir un matériau d'âme présentant la géométrie voulue pour la poutre, puis d'utiliser ce matériau comme noyau de moulage : on l'enveloppe à cet effet des nappes de fibres de carbone (ou autres), on place l'ensemble ainsi obtenu entre deux matrices de moulage, et on injecte entre ces deux matrices la résine qui va imprégner les nappes de fibres puis polymériser sous l'effet d'une élévation de température.

Le matériau d'âme reste à l'intérieur de la peau formée par les nappes de fibres, à la manière d'un noyau perdu de moulage.

Ceci permet de s'affranchir de moyens complexes de récupération de noyaux de moulage pour les poutres composites en matériau composite à section fermée de la technique antérieure.

Ceci permet de plus d'envisager pratiquement n'importe quelle géométrie pour la poutre, ce qui n'était pas le cas dans la technique antérieure, où l'on était tributaire de géométries permettant de sortir le noyau (ou les noyaux, notamment dans les systèmes complexes de noyaux de moulage comprenant des outillages à clés ou à vessies) après moulage.

Suivant d'autres caractéristiques optionnelles de la présente invention, prises seules ou en combinaison :

- ladite poutre comprend des extrémités fermées formées par ladite peau : le fait d'utiliser un matériau d'âme formant noyau perdu permet de réaliser aisément une telle poutre, contrairement à la technique antérieure dans laquelle il fallait rapporter des éléments pour fermer les extrémités de la poutre après en avoir extrait le noyau de moulage ;
- ladite poutre comprend des raidisseurs internes : ces raidisseurs, qui peuvent être disposés par exemple au droit des chapes de charnières, permettent d'augmenter la résistance de la poutre vis-à-vis du flambage ; ces raidisseurs, qui on pour

effet de compartimenter la cavité intérieure de la poutre, sont très faciles à réaliser du fait qu'il n'est pas nécessaire de retirer le matériau d'âme après le moulage ;

- 5 - lesdits raidisseurs sont formés dans le même matériau composite que ladite peau ;
- ladite poutre comprend au moins un rail de guidage de capot d'inversion de poussée ;
- ledit rail est formé dans le même matériau composite que ladite peau ;
- 10 - ladite poutre comprend au moins une chape de charnière : une telle chape peut permettre de relier la poutre 12 heures au pylône de l'aéronef, tout en permettant son articulation autour de ce pylône pour les opérations de maintenance ; ou bien de relier entre elles les 2 poutres 12 heures d'une part et les deux poutres 6 heures d'autre part au moyen de brides adaptées, afin
- 15 de garantir la cohésion structurale des deux moitiés d'inverseur de poussée pendant le vol ;
- ladite chape est formée dans le même matériau composite que ladite peau ;
- 20 - ledit matériau d'âme est choisi dans le groupe comprenant les mousses et les structures en nid d'abeille : ces matériaux réalisent un excellent compromis résistance/poids ;
- ledit matériau d'âme possède des propriétés d'absorption acoustique.
- 25 - ladite poutre est une poutre 12 heures ;
- ladite poutre est une poutre 6 heures.

La présente invention se rapporte également à une nacelle de moteur d'aéronef, remarquable en ce qu'elle comprend un inverseur de poussée comprenant au moins une poutre conforme à ce qui précède.

- 30 La présente invention se rapporte également à un procédé de fabrication d'une poutre conforme à ce qui précède, dans lequel :
- on réalise, au moyen dudit matériau d'âme, une âme dont la forme correspond à celle de ladite poutre,
- on enrobe ledit matériau d'âme de tissus de fibres,
- 35 - on place l'ensemble ainsi formé entre les matrices d'un moule à infusion de résine,

- on injecte de la résine dans ce moule de manière à imprégner les tissus de fibres, et
- on chauffe cette résine de manière à la faire polymériser et à former ainsi ladite peau.

5 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen des figures ci-annexées, dans lesquelles les figures 1 à 5 se rapportent à l'état de la technique exposé en préambule à la présente description et la figure 6 se rapporte à la présente invention.

10 Plus précisément :

- la figure 1 représente en perspective un inverseur de poussée de la technique antérieure ;

- la figure 2 représente l'ensemble formée par la poutre 12 heures gauche, le demi-cadre avant gauche et la poutre 6 heures gauche de l'inverseur de la figure 1 ;

15 - les figures 3 et 4 représentent en perspective, sous deux angles de vue différents, la poutre 12 heures gauche de l'inverseur de poussée de la figure 1,

- la figure 5 représente, en vue en coupe transversale par rapport à l'axe de l'inverseur de poussée, la poutre 12 heures des figures 3 et 4 fixée sur la partie supérieure d'un panneau de demi-structure interne fixe de l'inverseur de poussée de la figure 1, et

20 - la figure 6 est une vue analogue à celle de la figure 5, la poutre 12 heures étant cette fois-ci conforme à l'invention.

25 Sur l'ensemble de ces figures, des références identiques ou analogues désignent des organes ou ensemble d'organes identiques ou analogues.

En se reportant à la figure 6, on peut voir que la poutre 12 heures 1b est délimitée par une peau en matériau composite 21, pouvant être formée par exemple par des fibres de carbone imprégnées d'une résine époxy durcie par polymérisation.

Cette peau peut être formée par une ou plusieurs tissus de fibres.

Cette peau enveloppe un matériau d'âme 23, de sorte que cette peau définit une cavité de section fermée remplie par ce matériau d'âme.

35 Ce matériau d'âme est choisi suffisamment rigide pour former un noyau de moulage, et suffisamment léger pour ne pas obérer le gain de poids

inhérent au choix d'un matériau composite pour former la peau de la poutre 12 heures : comme indiqué précédemment, des mousses synthétiques dures telles que le ROHACELL<sup>®</sup> WF 100, ou bien des structures en nid d'abeille, peuvent par exemple convenir.

5 Les rails 13, 15 permettant le coulissement du demi-capot d'inversion de poussée correspondant, peuvent être formés dans le même matériau composite que la peau 21, soit en même temps que cette peau, soit par fixation ou collage ultérieurs.

De manière alternative, ces rails peuvent être formé dans un autre  
10 matériau que celui de la peau 21, tel qu'un alliage métallique, et être dans ce cas également rapportés sur cette peau.

Bien que cela n'ait pas été représenté sur la figure 6, la poutre 1b peut également comprendre des chapes de charnières analogues à celles de la poutre de l'art antérieur visible notamment aux figures 3 et 4, ces chapes  
15 pouvant être réalisées d'un seul tenant avec ou être rapportées sur la peau 21, comme les rails 13 et 15.

La poutre 1b selon l'invention peut également comprendre des raidisseurs intérieurs (non représentés) permettant d'augmenter la résistance de cette poutre au flambage, et pouvant être disposés notamment au droit des  
20 chapes de charnières susmentionnées.

Ces raidisseurs peuvent être formés dans le même matériau composite que la peau 21.

Comme dans le cas de la poutre 12 heures de l'art antérieur visible à la figure 5, la poutre 12 heures selon l'invention peut être fixée par rivetage  
25 20 ou collage sur la partie supérieure du panneau de structure interne fixe 18b de l'inverseur de poussée.

Un carénage aérodynamique 25 peut être fixé par exemple par rivetage ou collage sur la peau 21 d'une part et sur le panneau 18b d'autre part, de manière à améliorer l'écoulement d'air frais à l'intérieur de la veine  
30 d'air froid 9b (voir figure 1).

Pour réaliser la poutre 12 heures 1b de la figure 6, et comme indiqué précédemment, on choisi un matériau d'âme 23 dont la géométrie correspond à celle de la poutre que l'on souhaite obtenir.

On enrobe ce matériau d'un ou plusieurs tissus de fibres par exemple de carbone, et on place l'ensemble ainsi formé entre les matrices d'un  
35 moule à infusion de résine.

Puis on injecte la résine entre ces matrices, selon un procédé par infusion, de type RTM (Resin Transfer Moulding) par exemple, et on chauffe la résine de manière qu'elle polymérise autour des fibres de carbone, et forme ainsi la peau 21.

5 Comme on peut le comprendre, le matériau d'âme 23 forme ainsi le noyau de moulage de la poutre, et il n'est pas nécessaire de l'extraire ensuite, du fait de sa légèreté compatible avec la recherche de gain de poids.

Ceci permet donc en particulier de réaliser des poutres présentant à peu près n'importe quelle géométrie tant extérieure qu'intérieure, de manière  
10 très simple.

Par ailleurs, le fait d'associer ce matériau d'âme 23 à la peau 21 présentant une section fermée permet d'obtenir une poutre présentant une excellente résistance au flambage.

A noter que la poutre selon l'invention peut aisément présenter des  
15 carénages (ou « fairings ») aérodynamiques, réalisés lors du moulage.

Cette poutre peut par ailleurs présenter des caractéristiques d'absorption acoustique lorsqu'on choisit un matériau d'âme 23 possédant de telles propriétés d'absorption acoustique. Il pourra notamment s'agir de mousses ou une structure en nid d'abeille. Dans un tel cas, une ou plusieurs  
20 parois de la poutre exposées au flux d'air pourront présenter des perforations adaptées et être réalisées au moins partiellement à partir d'une peau acoustique perforée.

L'invention a été décrite en relation avec une poutre 12 heures, mais il faut bien entendu comprendre qu'elle est applicable également à une  
25 poutre 6 heures, et plus généralement à toute poutre intervenant dans la conception des nacelles d'aéronefs, et plus généralement des structures d'aéronefs.

**REVENDEICATIONS**

1. Poutre (1a, 1b) notamment pour inverseur de poussée à grilles comprenant une peau (21) en matériau composite définissant une section fermée, caractérisée en ce qu'elle est remplie d'un matériau d'âme (23).  
5
2. Poutre (1a, 1b) selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend des extrémités fermées formées par ladite peau.
3. Poutre (1a, 1b) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comprend des raidisseurs internes.  
10
4. Poutre (1a, 1b) selon la revendication 3, caractérisée en ce que lesdits raidisseurs sont formés dans le même matériau composite que ladite peau.
5. Poutre (1a, 1b) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un rail de guidage (13, 15) de capot d'inversion de poussée (7a, 7b).  
15
6. Poutre (1a, 1b) selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit rail (13, 15) est formé dans le même matériau composite que ladite peau (21).
7. Poutre (1a, 1b) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une chape de charnière.  
20
8. Poutre (1a, 1b) selon la revendication 7, caractérisée en ce que ladite chape est formée dans le même matériau composite que ladite peau.  
25
9. Poutre (1a, 1b) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit matériau d'âme (23) est choisi dans le groupe comprenant les mousses et les structures en nid d'abeille.
10. Poutre (1a, 1b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 caractérisée en ce que ledit matériau d'âme (23) possède des propriétés d'absorption acoustique.  
30
11. Poutre (1a, 1b) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est une poutre 12 heures.
12. Poutre (1a, 1b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle est une poutre 6 heures.  
35

13. Nacelle de moteur d'aéronef, caractérisée en ce qu'elle comprend un inverseur de poussée comprenant au moins une poutre (1a, 1b) conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12.
14. Procédé de fabrication d'une poutre (1a, 1b) conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel :
- on réalise, au moyen dudit matériau d'âme, une âme (23) dont la forme correspond à celle de ladite poutre,
  - on enrobe ledit matériau d'âme (23) de tissus de fibres,
  - on place l'ensemble ainsi formé entre les matrices d'un moule à infusion de résine,
  - on injecte de la résine dans ce moule de manière à imprégner les nappes de fibre, et
  - on chauffe cette résine de manière à la faire polymériser et à former ainsi ladite peau (21).

5

10

15

1 / 3

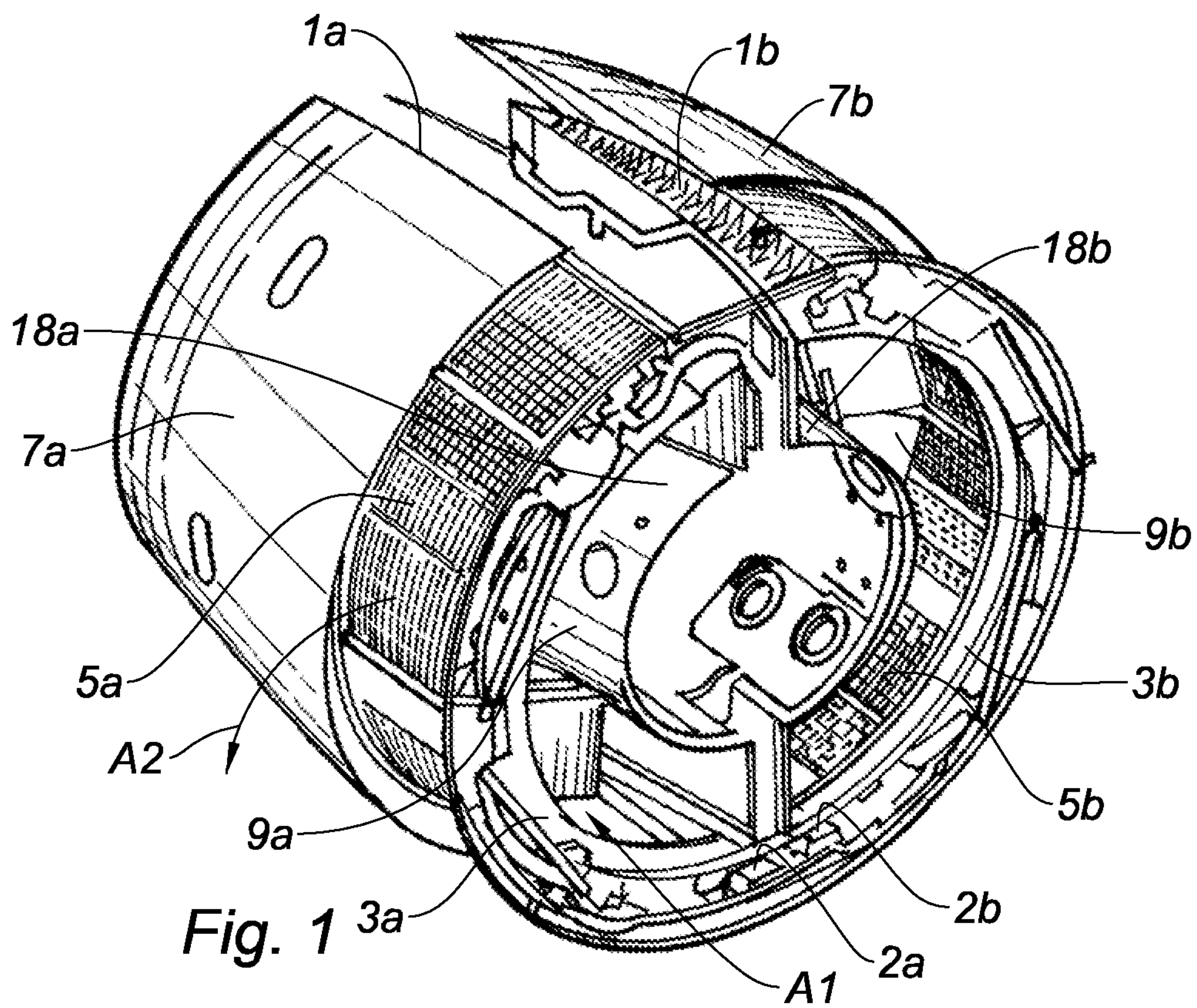


Fig. 1

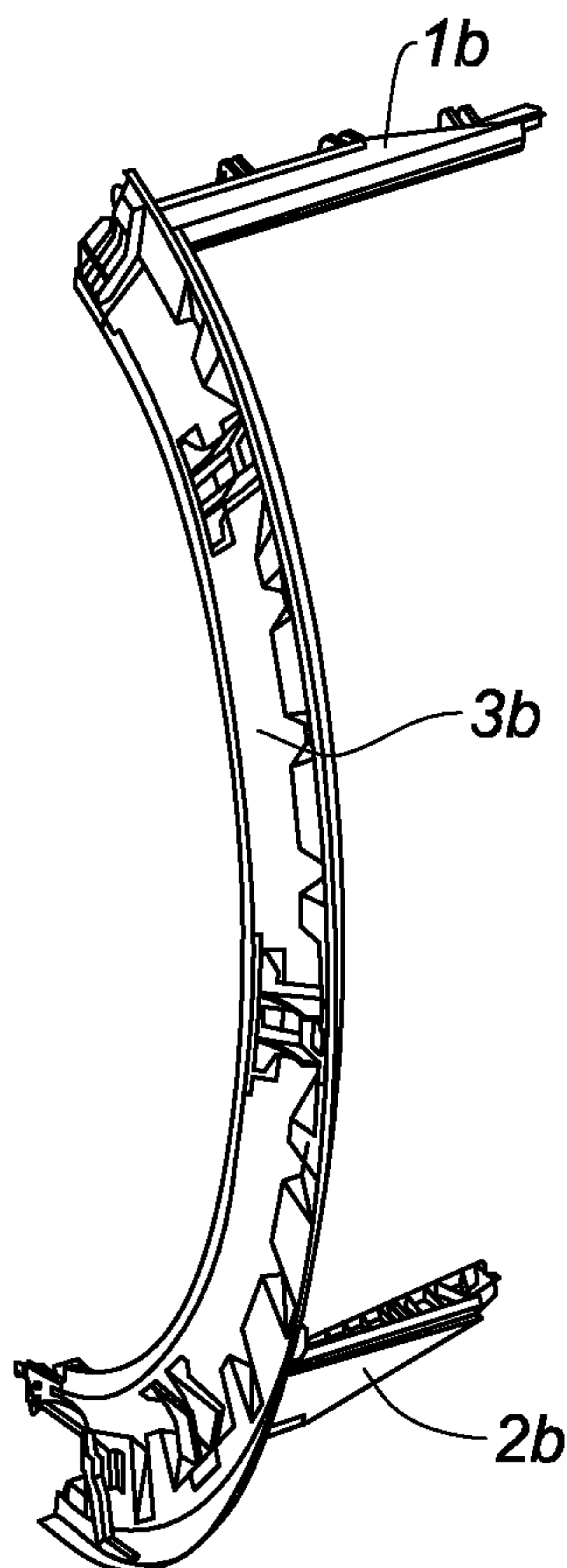


Fig. 2

2 / 3

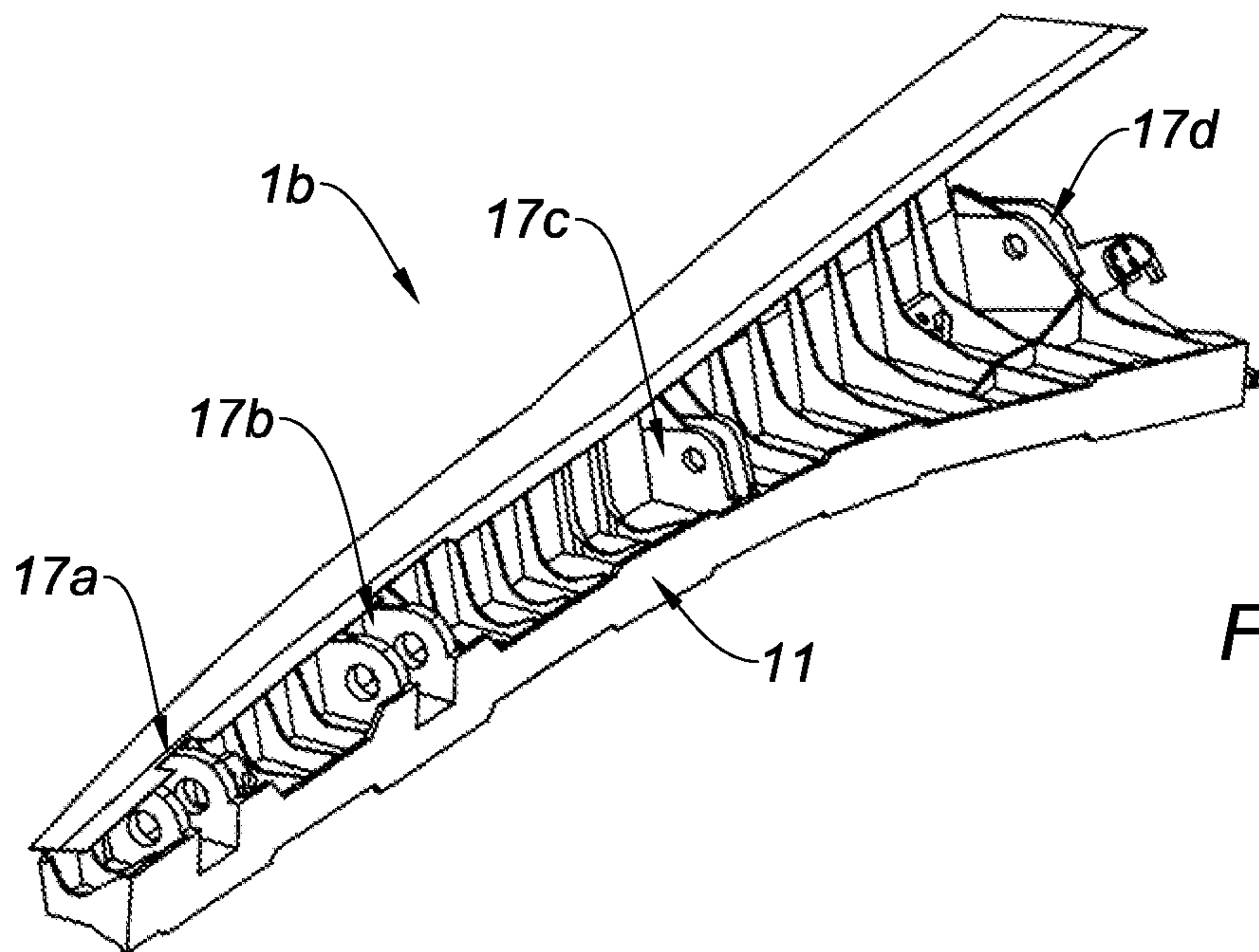


Fig. 3

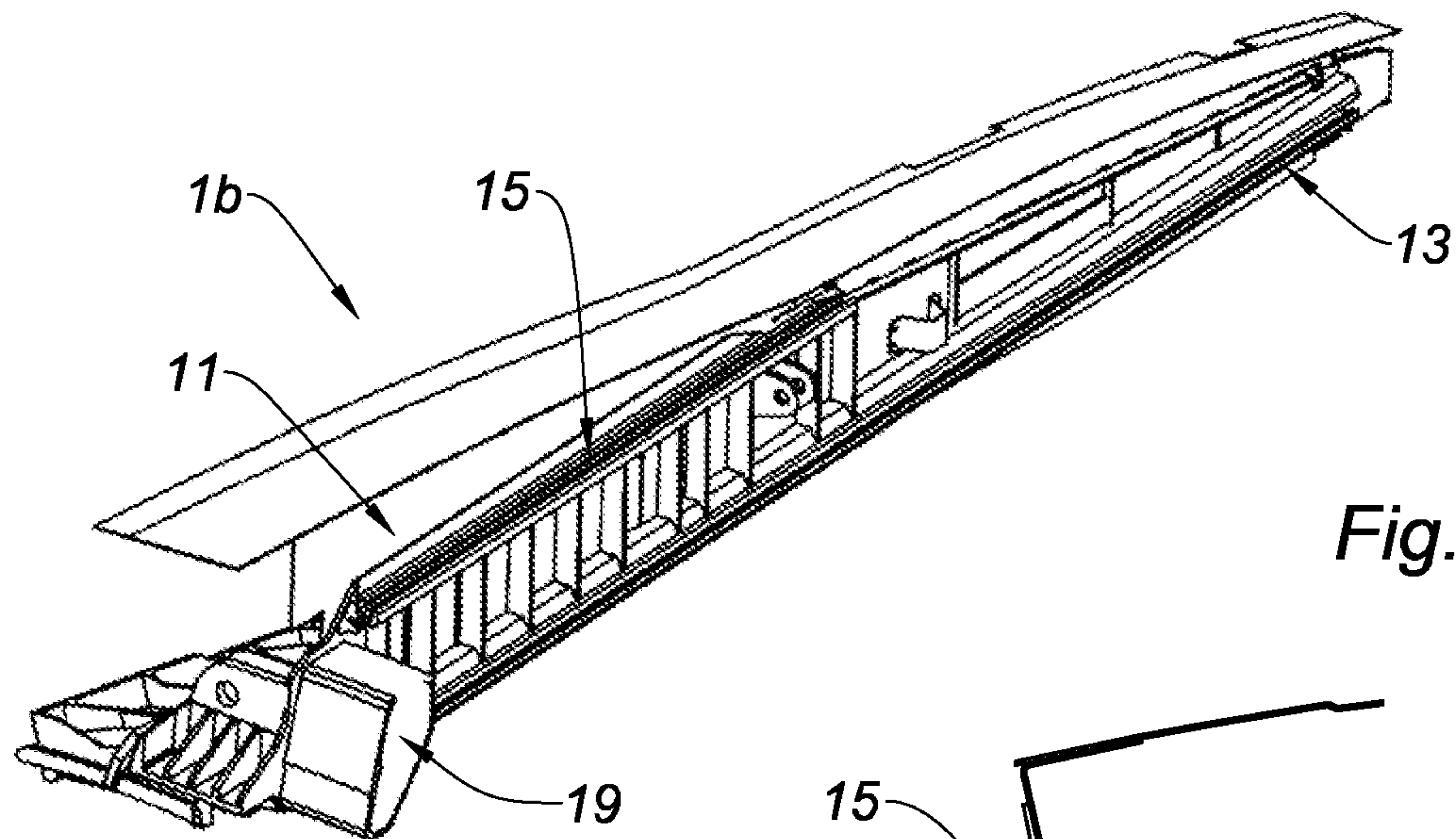


Fig. 4

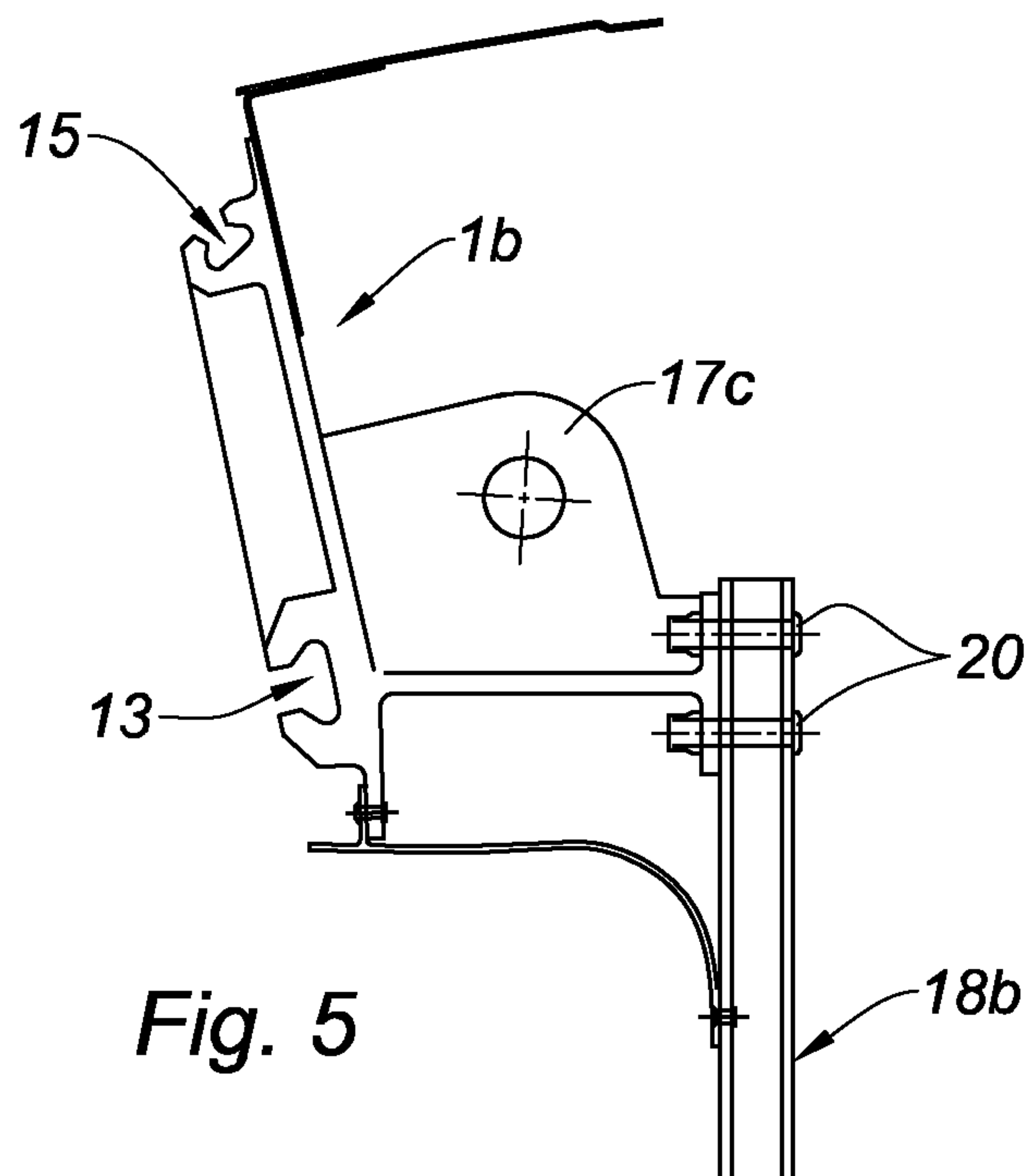


Fig. 5

3 / 3

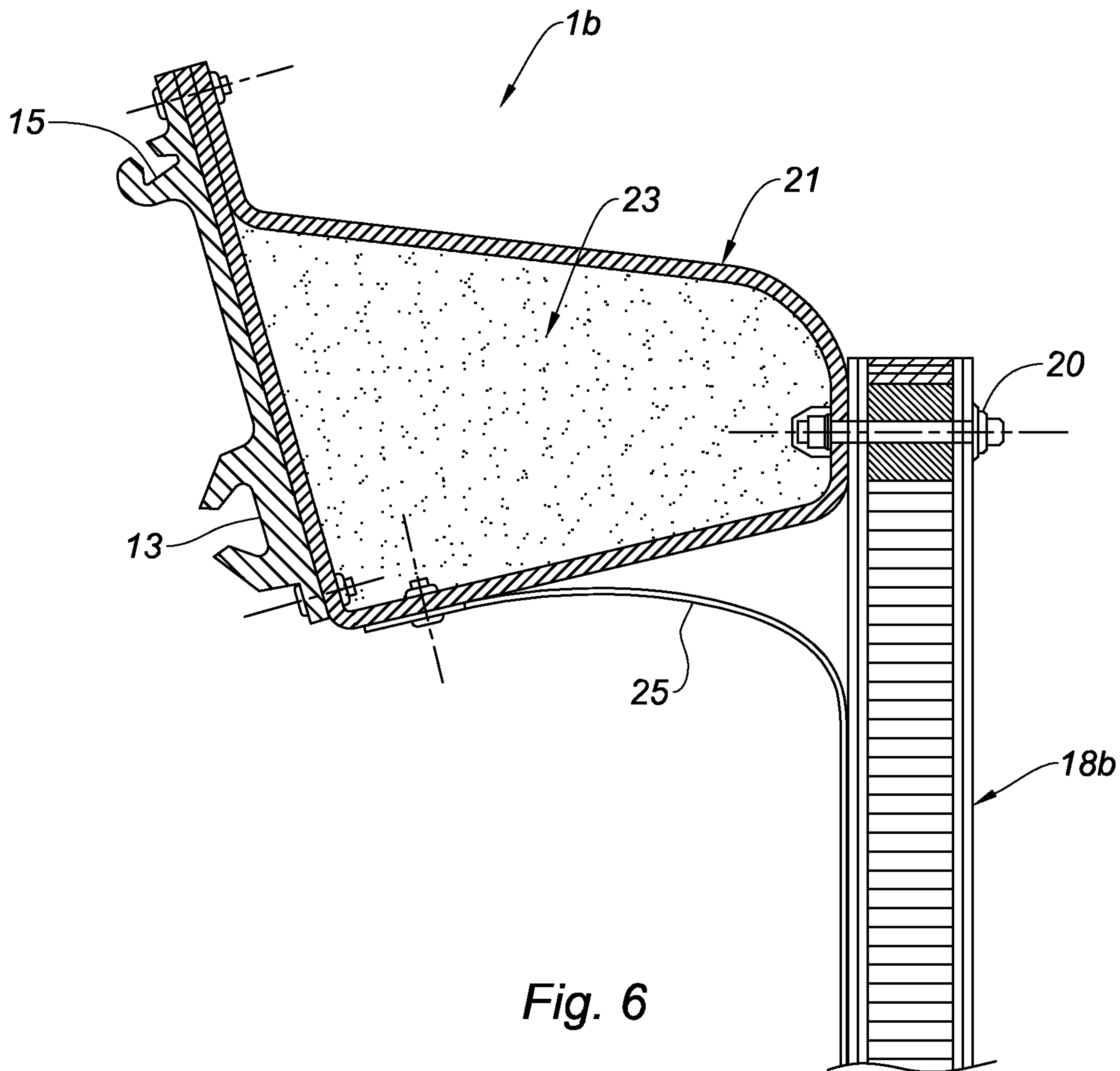
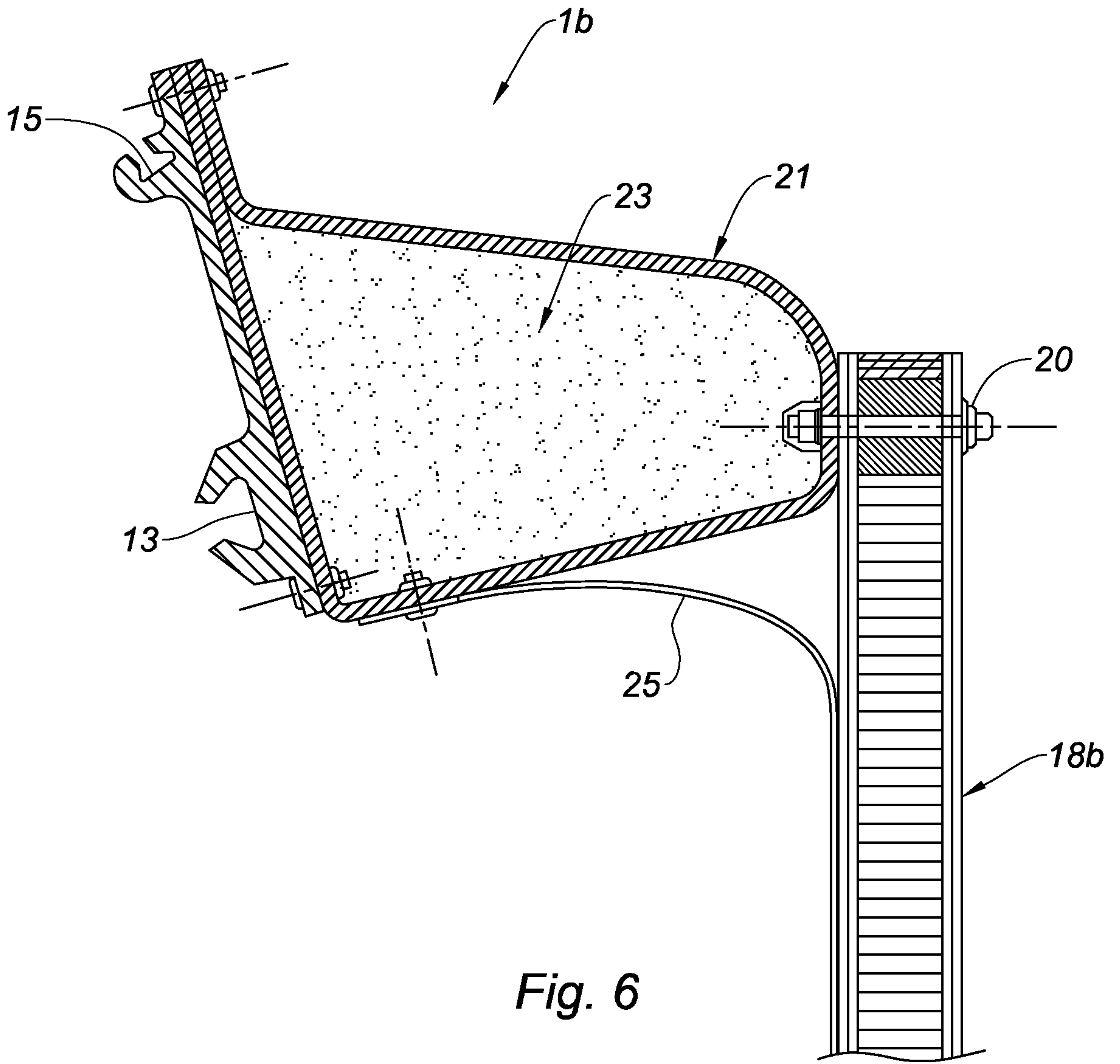


Fig. 6



**Fig. 6**