

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29 janvier 1988.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 31 du 4 août 1989.

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : Société dite : AEROSPATIALE SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE. — FR.

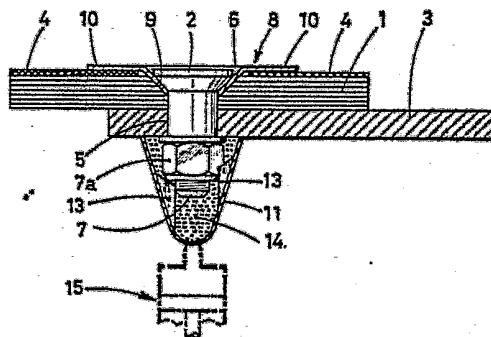
72 Inventeur(s) : Bernard Jean-François Boime ; Guy Forner ; Jean-Luc Christian Marie René Larcher.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : Cabinet Barnay.

64 Procédé et dispositif de fixation d'éléments de structures d'aéronefs protégées contre la foudre, et outil pour la mise en œuvre de ce procédé.

67 On dispose un organe annulaire 8 de liaison électrique en forme de cuvette dans un fraisage 6 en contact avec la tête d'un boulon ou rivet 2 et avec un grillage métallique 4 incorporé dans la surface d'un élément 1 à fixer sur un élément 3 et on adapte une coupelle souple 11 sur l'extrémité 7 du boulon ou du rivet opposée à la tête et on la remplit d'une matière durcissable 14. Dans le cas d'accessibilité d'un seul côté, on force la coupelle souple 11 à travers le trou recevant le rivet et on la maintient avec un fil pour la remplir de matière 14.



La présente invention concerne la protection contre la foudre des assemblages boulonnés ou rivés de pièces en matériaux composites, notamment pour les structures et constructions aéronautiques.

5 D'une façon plus particulière l'invention est relative à un dispositif de fixation d'éléments en matériaux composites, intégré dans une structure protégée contre la foudre, ainsi qu'à un procédé pour réaliser un tel dispositif de fixation intégré.

10 La protection courante des surfaces des structures composites primaires des aéronefs contre les effets de la foudre est un problème résolu depuis longtemps par l'application d'une même couche de revêtement métallique externe sur les éléments composites en résines organiques non conductrices qui sont exposés à la foudre pour assurer l'écoulement des courants de celle-ci.

15 US-A-3.755.713 décrit un panneau composite non conducteur en matière plastique renforcée de fibres, dans la surface externe duquel est incorporé un tissu à mailles en fil métallique qui est relié à une connexion pour réaliser un trajet d'écoulement du flux de courant électrique consécutif à la foudre.

20 US-A-4.349.859 décrit également un élément composite destiné à être utilisé comme panneau de structure pour un aéronef, protégé contre la foudre, en résine et fibres de graphite comportant un revêtement d'étain appliqué en couche mince par des techniques de pulvérisation dans un flux de plasma.

30 US-A-4.479.163 a pour objet un procédé de protection d'une structure composite non conductrice contre la foudre, cette structure comportant des organes de fixation conducteurs.

Dans cette structure qui comprend une couche d'un tissu de revêtement en fibres de graphite revêtues de nickel et en résine époxy, et une peinture de revêtement, ces éléments ou panneaux composites apportent une protection efficace contre la foudre mais présentent cependant des inconvénients.

En effet, dans une structure utilisée en

construction aéronautique, formée de panneaux composites boulonnés ou rivés, les têtes des rivets ou des boulons doivent être encastrées, pour éviter toutes saillies, dans des contre-alésages ou des fraisages.

5 Dans tous les cas de panneaux ou éléments décrits dans les brevets précités, un contre-alésage ou un fraisage constitue une solution de discontinuité dans le revêtement protecteur, et la tête du rivet ou du boulon, logée dans le contre-alésage ou le fraisage, n'est pas en contact avec  
10 la couche conductrice du revêtement.

De ce fait, si la foudre frappe la tête d'un tel rivet ou boulon encastrée dans un tel élément non conducteur, les courants électriques de forte densité qui traversent la matière composite contenant des fibres de carbone  
15 et qui ne peuvent se dissiper engendrent un champ électrique intense entourant la tige du rivet ou du boulon, et produisent un effet de délaminage entre couches autour du trou logeant ledit boulon ou rivet, mettant en péril la résistance mécanique et par suite la tenue de la fixation.

20 De plus si le boulon ou le rivet fixe ensemble un panneau ou élément composite en résine et fibres de graphite comportant un tel revêtement, mauvais conducteur, et un panneau ou élément conducteur, les courants électriques ne sont pas transmis audit panneau ou élément conducteur.

25 Enfin, dans le cas où le boulon, ou rivet, fait saillie intérieurement dans une région où stagnent des vapeurs inflammables explosives, par exemple dans un réservoir de combustible, le courant de foudre circulant par le boulon ou le rivet peut avoir pour résultat la formation d'un arc à l'intérieur de ladite région, ce qui constitue un risque d'incendie et/ou d'explosion.  
30

La figure 2 de US-A-3.755.713 suggère une solution suivant laquelle le tissu métallique à mailles noyé dans la surface de l'élément épouse les contours de cette surface et  
35 en particulier les parois des alésages ou des fraisages.

Ceci suppose que ceux-ci sont prévus avant la fabrication de l'élément et formés lors de celle-ci, ce qui est extrêmement difficile, sinon irréalisable, ou tout au moins trop coûteux.

De plus, si l'on sait empêcher la naissance d'un arc, à l'intérieur d'une structure, entre les extrémités internes en saillie de boulons ou de rivets fixant ensemble deux éléments ou panneaux dans une structure d'aéronef en recouvrant ces extrémités d'un enrobage isolant, une telle protection ne peut être appliquée que si on peut accéder à l'intérieur de la structure.

Ceci signifie que dans le cas d'une réparation devant être effectuée sur une structure à l'intérieur de laquelle on ne peut accéder, par exemple sur un réservoir, la réparation nécessite un démontage complet et un remplacement par une structure neuve.

Le but de l'invention est de remédier à ces inconvénients en fournissant un dispositif de fixation intégré à un système de protection contre la foudre, protégé contre les effets d'arc, utilisable tant à la fabrication de structures d'aéronefs que pour la réparation de telles structures, ainsi qu'un procédé et un outillage pour la réalisation de ce dispositif.

L'invention a pour objet à cet effet un dispositif de fixation d'éléments de structures exposées à la foudre, notamment d'éléments composites en fibres et résine comportant dans sa surface externe une couche ou revêtement métallique constituant un trajet pour la diffusion des courants électriques dus à la foudre, au moyen de boulons ou de rivets ayant une tête encastrée dans un contre-alésage ou un fraisage dans ladite surface, et une extrémité opposée en saillie sur la face opposée desdits éléments de la structure, caractérisé en ce qu'il comprend un organe métallique de liaison en contact à la fois avec la tête du boulon ou du rivet et avec ladite couche métallique, et une coupelle en une matière isolante souple et élastique, ajustée sur ladite extrémité opposée et délimitant avec celle-ci un espace creux rempli d'une matière isolante durcissable.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, ledit organe métallique est formé par pulvérisation de métal par exemple dans un flux de plasma, dans ledit contre-alésage ou fraisage et autour de celui-ci dans un rayon débordant sur ladite couche métallique environnante.

Suivant une variante, ledit organe métallique est constitué par un morceau de clinquant ou de grillage de forme annulaire creuse à travers lequel est disposé le rivet ou le boulon et ayant un rayon tel qu'il déborde sur ladite couche  
5 métallique environnante.

Suivant un mode de réalisation préféré de l'invention, ladite coupelle a dans son ensemble une forme conique et comporte un trou à son sommet.

De préférence, ladite coupelle comporte intérieure-  
10 ment des cannelures de centrage.

L'invention a également pour objet un procédé pour poser un dispositif tel que défini ci-dessus sur les éléments d'une structure accessible d'un seul côté, caractérisé en ce que a) on introduit un fil axialement à travers  
15 un trou au sommet d'une coupelle conique en une matière déformable élastiquement, b) on introduit ladite coupelle en la déformant à travers un trou desdits éléments destiné à recevoir un rivet, c) on maintient ladite coupelle appliquée sur la face interne de ladite structure, au droit dudit trou,  
20 au moyen dudit fil, d) on remplit la coupelle d'une matière isolante durcissable à travers ledit trou, e) on creuse un logement dans ladite matière durcie, f) on applique ou on forme un organe métallique de liaison sur l'orifice dudit trou et autour de celui-ci, et g) on pose un rivet borgne  
25 dans le trou pour fixer ensemble lesdits éléments.

L'invention a enfin pour objet un outil pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus, adapté pour maintenir ladite coupelle en place au cours de la phase c), caractérisé en ce qu'il comprend un support présentant une ouverture, un bras s'étendant au-dessus de ladite ouverture et articulé sur ledit support, et sollicité élastiquement en s'écartant de celui-ci.  
30

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés à titre d'exemples non limitatifs, permettra  
35 de bien comprendre comment l'invention peut être mise en pratique.

La figure 1 est une vue partielle en élévation et en coupe montrant deux éléments d'une structure primaire d'aéronef, assemblés au moyen d'un rivet.

La figure 2 est une vue en coupe d'une coupelle utilisée dans le dispositif suivant l'invention.

La figure 3 est une vue analogue à celle de la figure 1, montrant un mode de réalisation du dispositif  
5 suivant l'invention et le remplissage de la coupelle.

La figure 4 montre la mise en place de la coupelle à travers un trou destiné à recevoir un rivet, suivant le procédé de l'invention.

La figure 5 est une vue en coupe montrant l'outil  
10 utilisé pour maintenir la coupelle en place.

La figure 6 montre le logement formé dans la matière durcie remplissant la coupelle.

On a représenté partiellement à la figure 1 deux éléments d'une structure primaire d'aéronef, comprenant un  
15 élément composite 1 stratifié en fibres de carbone, mauvais conducteur de l'électricité, fixé au moyen d'un boulon 2 sur un second élément 3, composite ou métallique, conducteur de l'électricité.

Comme connu en soi, l'élément 1 comporte un mince  
20 grillage métallique 4 incorporé dans sa surface lors de sa fabrication et assurant la diffusion des courants dus à la foudre.

Dans une structure accessible des deux côtés lorsqu'on fixe l'élément 1 sur l'élément 3 au moyen du bou-  
25 lon 2, disposé dans un trou 5, on pratique dans la surface de l'élément 1 un fraisage 6 pour encastrer la tête du boulon qui ne doit pas faire saillie sur la surface externe de l'aéronef.

Le contre-alésage 6 découpe dans le grillage 4  
30 une ouverture plus grande que la tête du boulon 2 qui, de ce fait, n'est pas en contact avec le grillage, de sorte que le trajet conducteur est interrompu entre l'élément 3 et le grillage 4.

Enfin, également comme connu en soi, l'extrémité  
35 7 du boulon opposée à la tête est habituellement revêtue d'une matière isolante afin d'empêcher la formation d'un arc, dû au courant de foudre circulant dans le boulon 2, cette protection étant particulièrement utile dans les zones où règnent des vapeurs de combustible.

Le dispositif de fixation suivant l'invention, représenté à la figure 3, remédie à ces inconvénients.

Il comprend tout d'abord un organe métallique de liaison 8 de forme annulaire creuse, présentant une partie tronconique 9 logée dans le contre-alésage 6, solidaire d'une collerette circulaire radiale 10 qui déborde du contre-alésage et s'étend sur le grillage 4, assurant le contact entre celui-ci et la tête du boulon 2, lui-même en contact avec l'élément conducteur 3.

D'une façon avantageuse, l'organe de liaison 8 est découpé et formé dans une feuille de clinquant, et son épaisseur est négligeable sur la surface de la structure.

Suivant une variante, l'organe de liaison 8 peut être formé directement in situ par projection de métal dans un flux de plasma, ou autre procédé connu analogue.

Le dispositif suivant l'invention est complété par une coupelle 11 (figure 2) de forme à peu près conique, creuse ayant un sommet arrondi percé d'un trou 12.

La coupelle 11 comporte intérieurement des cannelures 13 qui sont adaptées pour prendre appui sur l'extrémité 7 du boulon (ou sur son écrou 7a) et la centrer sur celui-ci.

La coupelle 11 mise en place par-dessus l'extrémité du boulon 2 est remplie d'une matière isolante 14 à travers le trou 12 au moyen d'un injecteur, ou seringue, 15, cette matière se durcissant dans le temps et maintenant la coupelle en place; des échancrures 16 permettent de contrôler le remplissage.

Lorsque la fixation doit être faite par l'extérieur sur une structure accessible seulement d'un côté comme cela est le cas pour certaines réparations de structures en caisson, on ne peut utiliser le dispositif décrit ci-dessus, et il était nécessaire jusqu'à présent d'effectuer des démontages que l'invention permet d'éviter.

Suivant l'invention, on déforme la coupelle 11 pour la resserrer sur elle-même et on la force à travers le trou 5 (comme représenté en trait mixte à la figure 4) après avoir au préalable fait passer un fil 17 à travers le trou 12 et en arrêtant ce fil au moyen par exemple d'un

noeud 18 à l'extérieur du sommet de la coupelle (figures 4 et 5); on peut forcer la coupelle par exemple au moyen d'une tige, tout en la retenant avec le fil 17.

5 On place ensuite sur la face extérieure de l'élément 1 un outil représenté à la figure 5 et désigné dans son ensemble par la référence 19, que l'on décrira ci-dessous.

10 L'outil 19 comprend un support 20 de forme en U disposé horizontalement, ayant deux branches parallèles 21 (dont une seule est visible à la figure 5) réunies par une partie intermédiaire 22, et portées par des pieds 23 reposant sur l'élément externe 1 de façon que les branches 21 s'étendent de part et d'autre du trou 5 dans lequel est disposé le boulon 2.

15 Sur la partie intermédiaire 22 est articulée une extrémité d'un bras 24, sur un axe 25, de façon que ce bras s'étende entre les branches 21 au-dessus du trou 5.

20 Le bras 24 est sollicité élastiquement, par exemple au moyen d'un faible ressort 26, en s'écartant de l'élément 1, et l'extrémité du bras opposée à l'axe 25 comporte des moyens 27 d'accrochage du fil 17.

25 Le ressort 26 maintient le fil 17 tendu lorsque la coupelle 11 a franchi entièrement le trou 5, et a repris élastiquement sa forme, avec sa base appliquée contre l'élément interne 3 (figure 5).

On injecte alors la matière 14 par l'extérieur, entre les branches 21 de l'outil 19, par exemple au moyen d'une tige creuse (non représentée).

30 La matière isolante 14 en se solidifiant fixe la coupelle à l'élément 3. On creuse alors dans la matière 14 un logement 28 au moyen d'un foret ou d'un outil de carottage 29, pour recevoir l'extrémité en saillie d'un rivet borgne (non représenté).

35 On comprend bien entendu que le dispositif de fixation suivant l'invention représenté à la figure 3 qui a été décrit comme utilisant un boulon dont la tête est encastrée dans un fraisage, et un écrou, peut également être réalisé avec un rivet dont la tête est encastrée dans un contre-alésage.



De même, la coupelle 11 représentée aux figures 4 à 6 sans cannelures internes entre dans le cadre de l'invention et pourrait être la même que celle représentée aux figures 2 et 3, ces cannelures n'empêchant pas de la resserrer pour franchir le trou 5.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de fixation d'éléments de structures (1, 3) exposées à la foudre, notamment d'éléments composites en fibres et résine comportant dans sa surface externe une  
5 couche ou revêtement métallique (4) constituant un trajet pour la diffusion des courants électriques dus à la foudre, au moyen de boulons ou de rivets (2) ayant une tête encas-  
trée dans un contre-alésage ou un fraisage (6) dans ladite surface, et une extrémité opposée (7) en saillie sur la  
10 face opposée desdits éléments de la structure, caractérisé en ce qu'il comprend un organe métallique de liaison (8) en contact à la fois avec la tête du boulon ou du rivet (2) et avec ladite couche métallique (4), et une coupelle (11) en une matière isolante souple et élastique, ajustée sur la-  
15 dite extrémité opposée (7) et délimitant avec celle-ci un espace creux rempli d'une matière isolante durcissable (14).

2. Dispositif de fixation suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit organe métallique de liaison (8) est formé par pulvérisation de métal  
20 dans ledit contre-alésage ou fraisage (6) et autour de celui-ci dans un rayon débordant sur ladite couche métallique environnante (4).

3. Dispositif de fixation suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit organe métallique (8)  
25 est constitué par un morceau de clinquant ou de grillage de forme annulaire creuse à travers lequel est disposé le rivet ou le boulon (2) et ayant un rayon tel qu'il déborde sur ladite couche métallique environnante (4).

4. Dispositif de fixation suivant la revendication 1, caracté-  
30 risé en ce que ladite coupelle (11) a dans son ensemble une forme conique et comporte un trou (12) à son sommet.

5. Dispositif de fixation suivant la revendication 4, caractérisé en ce que ladite coupelle (11) comporte intérieurement des cannelures de centrage (13).

6. Procédé pour poser un dispositif de fixation tel que défini suivant l'une quelconque des revendications précédentes pour fixer ensemble des éléments d'une structure accessible d'un seul côté et exposée à la foudre, notamment d'éléments composites en fibres et résine comportant dans

sa surface externe une couche ou revêtement métallique (4) constituant un trajet pour la diffusion des courants électriques dus à la foudre, au moyen de boulons ou de rivets (2) ayant une tête encastrée dans un contre-alésage ou un fraisage (6) dans ladite surface, et une extrémité opposée (7) en saillie sur la face opposée desdits éléments de la structure, caractérisé en ce que a) on introduit un fil (17) axialement à travers un trou (12) au sommet d'une coupelle (11) conique en une matière déformable élastiquement, b) on introduit ladite coupelle (11) en la déformant à travers un trou (5) desdits éléments (1, 3) destiné à recevoir un rivet (2), c) on maintient ladite coupelle (11) appliquée sur la face interne de ladite structure, au droit dudit trou (5), au moyen dudit fil, d) on remplit la coupelle d'une matière isolante durcissable (14) à travers ledit trou, e) on creuse un logement (28) dans ladite matière durcie, f) on applique ou on forme un organe métallique de liaison (8) sur l'orifice dudit trou et autour de celui-ci, et g) on pose un rivet borgne dans le trou pour fixer ensemble lesdits éléments (1, 3).

7. Outil pour la mise en oeuvre du procédé défini suivant la revendication 6, adapté pour maintenir ladite coupelle (11) en place au cours de la phase c), caractérisé en ce qu'il comprend un support (20) présentant une ouverture, un bras (24) s'étendant au-dessus de ladite ouverture et articulé sur ledit support et sollicité élastiquement en s'écartant de celui-ci au moyen d'un ressort (26) et comportant des moyens (27) de fixation du fil (17).

1/2

FIG. 1

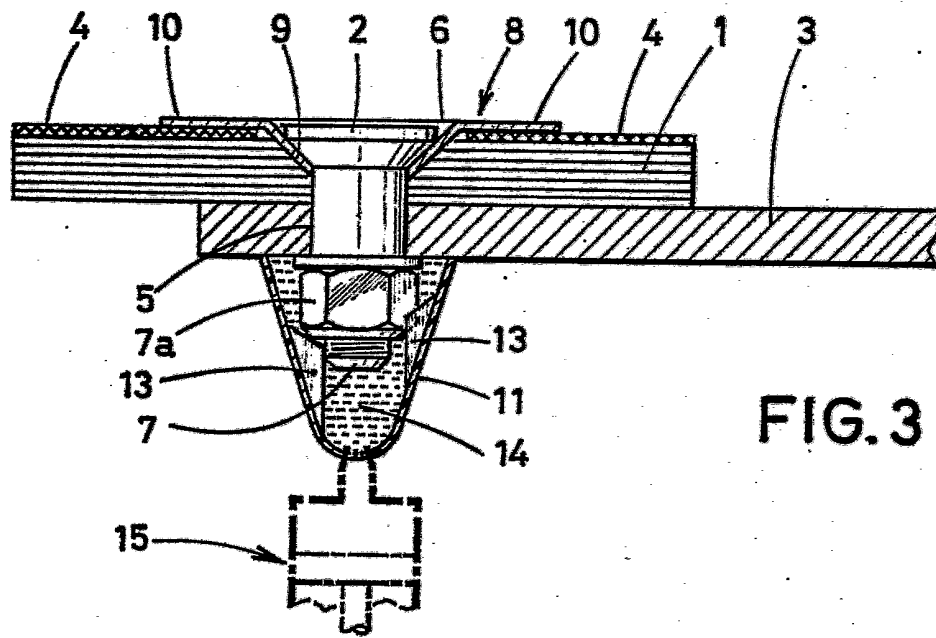
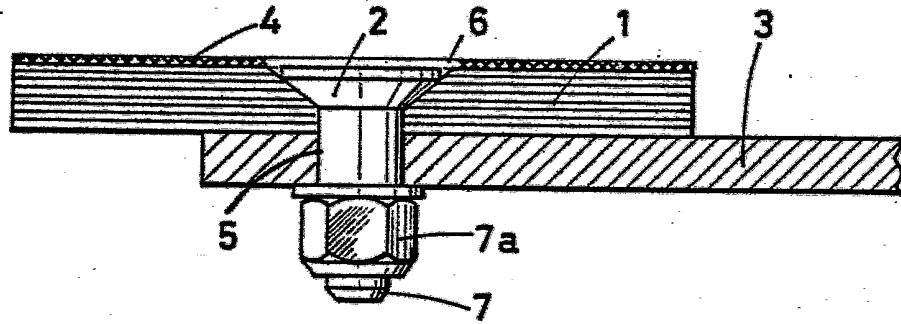


FIG. 3

FIG. 2

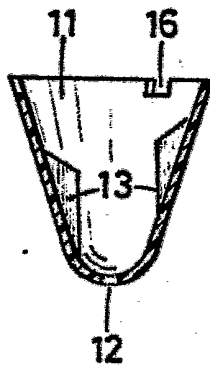


FIG. 4

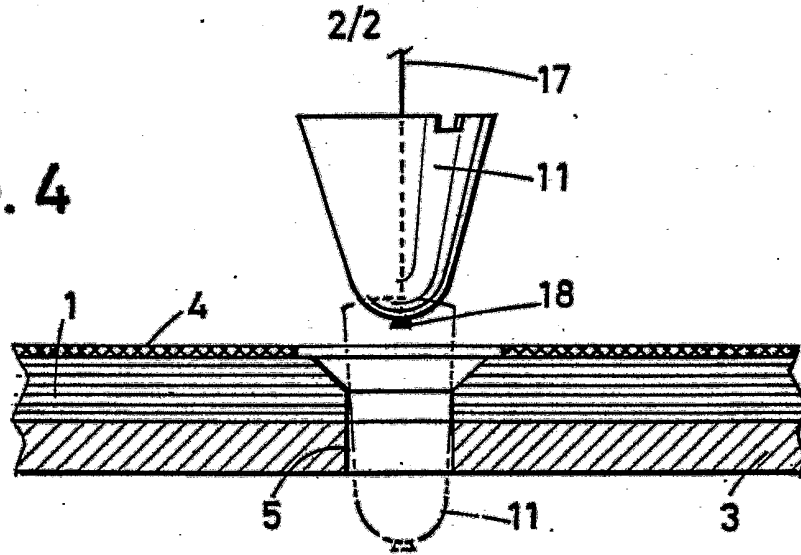


FIG. 5

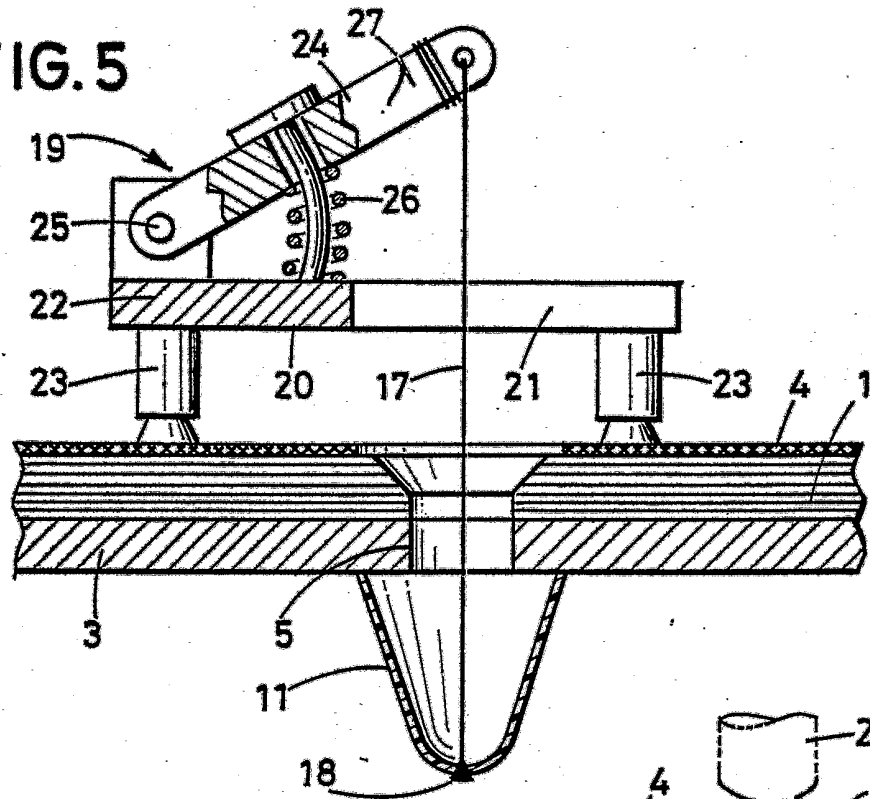


FIG. 6

