

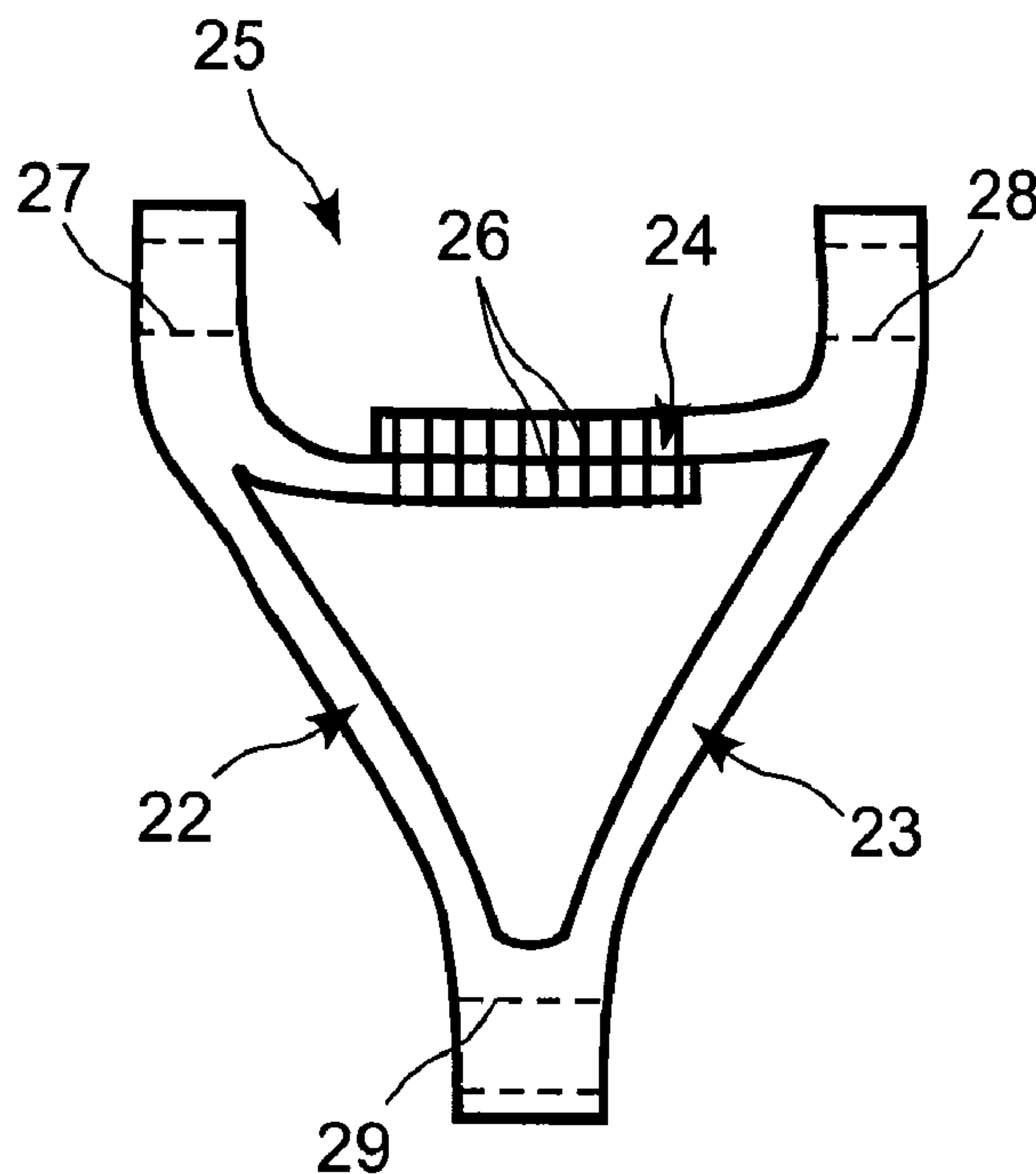


(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2012/07/31  
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2013/02/07  
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2014/01/24  
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** EP 2012/064977  
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2013/017603  
 (30) **Priorité/Priority:** 2011/08/01 (FR1157053)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. B29B 11/16** (2006.01),  
**B29C 70/24** (2006.01), **B29C 70/48** (2006.01)  
 (71) **Demandeur/Applicant:**  
MESSIER-BUGATTI-DOWTY, FR  
 (72) **Inventeurs/Inventors:**  
MASSON, RICHARD, FR;  
GARNIER, GILDAS, FR  
 (74) **Agent:** GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) **Titre : PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE STRUCTURALE GENERALEMENT TRIANGULAIRE EN MATERIAU COMPOSITE**

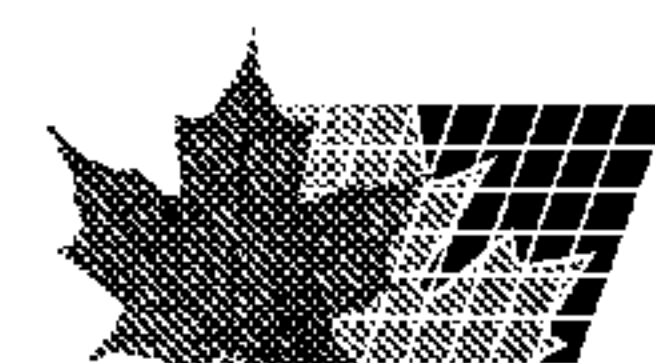
(54) **Title: PROCESS FOR MANUFACTURING A COMPOSITE, GENERALLY TRIANGULAR, STRUCTURAL PART**



**FIG. 7**

(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne un procédé de fabrication d'un élément (25) en matériau composite comprenant trois bras (22, 23, 24) agencés en triangle, comportant les opérations de: - fabriquer une préforme tridimensionnelle tissée en fibres renforçantes



**(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

comportant des fentes traversantes délimitant deux bras (22, 23) et deux demi-bras tous parallèles et contigus deux à deux, chaque bras (22, 23) ayant une extrémité par laquelle il est raccordé à un demi-bras et une autre extrémité par laquelle il est raccordé à l'autre bras (22, 23); - mettre en forme la préforme en la déployant et en réunissant ses deux demi-bras pour la configurer selon un triangle; - solidariser les demi-bras l'un à l'autre par piquage de fibres renforçantes; - injecter de la résine dans cette préforme et la polymériser.

## (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  
7 février 2013 (07.02.2013)

WIPO | PCT

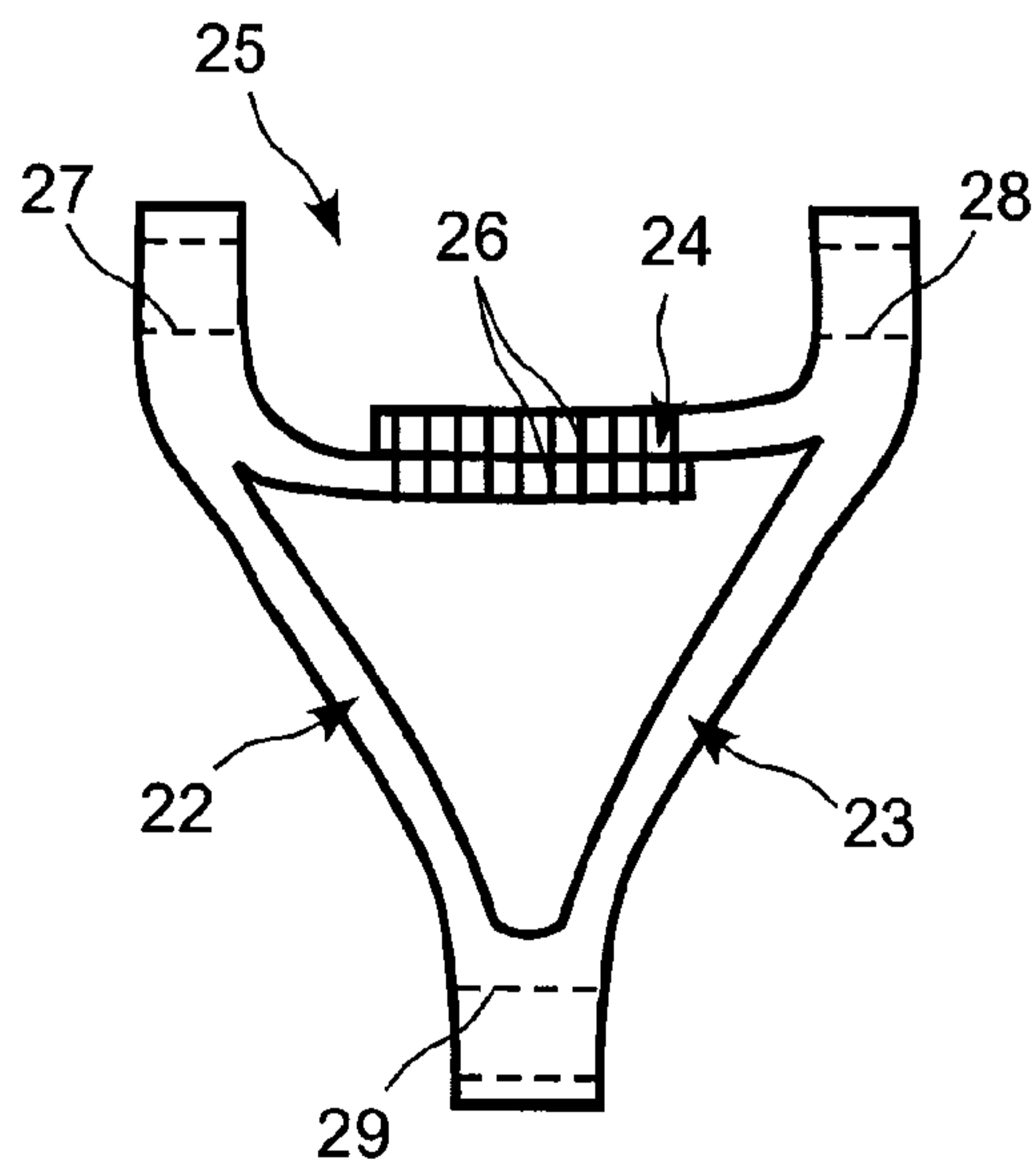
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2013/017603 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
B29B 11/16 (2006.01) B29C 70/48 (2006.01)  
B29C 70/24 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2012/064977
- (22) Date de dépôt international :  
31 juillet 2012 (31.07.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1157053 1 août 2011 (01.08.2011) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **MESSIER-BUGATTI-DOWTY** [FR/FR]; Inovel Parc Sud, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **MASSON, Richard** [FR/FR]; c/o Messier-Bugatti-Dowty, Inovel Parc Sud, F-78140 Velizy Villacoublay (FR). **GARNIER, Gil-das** [FR/FR]; c/o Messier-Bugatti-Dowty, Inovel Parc Sud, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).
- (74) Mandataires : **BEAUDOUIN-LAFON, Emmanuel** et al.; 16 rue Médéric, F-75017 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, BN, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, 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).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : PROCESS FOR MANUFACTURING A COMPOSITE, GENERALLY TRIANGULAR, STRUCTURAL PART

(54) Titre : PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE PIÈCE STRUCTURALE GÉNÉRALEMENT TRIANGULAIRE EN MATÉRIAU COMPOSITE

**FIG. 7**

(57) Abstract : The invention relates to a process for manufacturing a composite element (25) comprising three arms (22, 23, 24) arranged in a triangle, comprising the operations of: — manufacturing a woven three-dimensional preform of reinforcing fibres comprising through-slots delimiting two arms (22, 23) and two half-arms completely parallel and contiguous in pairs, each arm (22, 23) having one end via which it is connected to a half-arm and another end via which it is connected to the other arm (22, 23); — shaping the preform by opening it out and by joining the two half-arms thereof together in order to configure it into a triangle; — firmly attaching the half-arms to one another by stitching of reinforcing fibres; — injecting the resin into this preform and polymerizing it.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de fabrication d'un élément (25) en matériau composite comprenant trois bras (22, 23, 24) agencés en triangle, comportant les opérations de: — fabriquer une préforme tridimensionnelle tissée en fibres renforçantes comportant des fentes transversantes délimitant deux bras (22, 23) et deux demi-bras tous parallèles et contigus deux à deux, chaque bras (22, 23) ayant une extrémité par laquelle il est raccordé à un demi-bras et une autre extrémité par laquelle il est raccordé à l'autre bras (22, 23); — mettre en forme la préforme en la dépliant et en réunissant ses deux demi-bras pour la configurer selon un triangle; — solidariser les demi-bras l'un à l'autre par piquage de fibres renforçantes; — injecter de la résine dans cette préforme et la polymériser.

**WO 2013/017603 A1** 

---

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

## PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE STRUCTURALE GENERALEMENT TRIANGULAIRE EN MATERIAU COMPOSITE

L'invention concerne un procédé pour fabriquer en  
5 un matériau composite comprenant des fibres renforçantes  
telles que des fibres de carbone, une pièce structurale  
généralement triangulaire.

### ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

L'invention concerne plus particulièrement la  
10 fabrication d'une pièce structurale du type comportant  
trois bras disposés en triangle en étant raccordés les  
uns aux autres par leurs extrémités.

Une telle pièce correspond par exemple à un  
élément de compas d'un atterrisseur auxiliaire d'aéronef,  
15 ou à un panneau de déploiement d'un tel atterrisseur  
auxiliaire.

Un tel panneau de déploiement d'atterrisseur  
auxiliaire qui est représenté dans la figure 1 en y étant  
repéré par 1 comporte trois bras, repérés par 2, 3, et 4  
20 qui sont raccordés les uns aux autres par leurs  
extrémités, et il comporte en outre, à chacun de ses  
sommets une chape, ces chapes étant repérées par 6, 7 et  
8.

Le panneau qui est représenté dans la figure 1  
25 est fabriqué à partir de matériaux métalliques, avec des  
opérations de type mise en forme, usinages et autres.

### OBJET DE L'INVENTION

Le but de l'invention est de fabriquer une pièce  
structurale généralement triangulaire telle qu'un élément  
30 de compas d'atterrisseur auxiliaire ou un panneau de  
déploiement d'un tel atterrisseur, en matériau composite  
pour un coût compétitif.

### RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé

de fabrication d'un élément structural en matériau composite, comprenant trois bras agencés en triangle en étant reliés les uns aux autres par leurs extrémités respectives, comportant les opérations de :

5           - fabriquer, à partir d'un tissu tridimensionnel de fibres renforçantes, une préforme comportant des fentes traversantes délimitant deux bras et deux demi-bras tous parallèles et contigus deux à deux, chaque bras ayant une extrémité par laquelle il est raccordé à un  
10 demi-bras et une autre extrémité par laquelle il est raccordé à l'autre bras ;

          - mettre en forme la préforme en la déployant et en réunissant ses deux demi-bras pour la configurer selon un triangle dont deux côtés correspondent aux deux bras  
15 de la préforme et dont le troisième côté correspond à la réunion des deux demi-bras de cette préforme ;

          - solidariser des deux demi-bras l'un à l'autre par piquage de fibres renforçantes traversant les deux  
demi-bras ;

20           - injecter de la résine dans cette préforme et polymériser cette résine.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un élément structural en matériau composite, comprenant trois bras agencés en triangle en  
25 étant reliés les uns aux autres par leurs extrémités respectives, comportant les opérations de :

          - fabriquer, à partir d'un tissu tridimensionnel de fibres renforçantes, deux demi-préformes, comportant chacune des fentes traversantes délimitant un bras et un  
30 demi-bras parallèles et contigus qui sont raccordés l'un à l'autre par l'une de leurs extrémités, ainsi qu'un demi-pont raccordé au bras ;

          - mettre en forme les demi-préformes en les déployant, et réunir d'une part les deux demi-bras des  
35 deux demi-préformes et d'autre part les deux demi-ponts

des deux demi-préformes, pour configurer l'ensemble selon un triangle dont deux côtés correspondent aux deux bras raccordés par les demi-ponts et dont le troisième côté correspond à la réunion des deux demi-bras ;

5           - solidariser des deux demi-bras l'un à l'autre par piquage de fibres renforçantes traversant les deux demi-bras, et solidariser les deux demi-ponts par piquage de fibres renforçantes traversant ces deux demi-ponts ;

10           - une opération d'injection de résine dans les demi-préformes réunies et de polymérisation de cette résine.

L'invention a également pour objet un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel chaque préforme ou demi-préforme est constituée de couches de fibres transversales et longitudinales tissées entre elles de sorte que les fibres d'une direction s'entrelacent avec les fibres de plusieurs autres couches, et dans lequel chaque préforme ou demi-préforme comporte une ou plusieurs fentes traversantes correspondant chacune à deux couches contiguës dépourvues de fibres les entrelaçant l'une à l'autre dans une région prédéterminée, chacune de ces fentes traversantes étant obtenue directement lors du tissage du tissu tridimensionnel à partir duquel est fabriquée la préforme ou la demi-préforme.

L'invention a également pour objet un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel chaque préforme ou demi-préforme comporte une ou plusieurs fentes traversantes obtenue par découpe ou usinage d'une partie du tissu tridimensionnel à partir duquel est constituée cette préforme ou demi-préforme.

L'invention a également pour objet un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel chaque préforme ou demi-préforme est constituée à partir d'une tranche d'un tissu tridimensionnel, cette tranche étant obtenue par

découpe selon un plan transversal à une direction principale de tissage du tissu tridimensionnel.

#### BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

La figure 1 est une vue d'ensemble d'un panneau triangulaire connu de type métallique destiné à équiper un atterrisseur auxiliaire d'aéronef ;

La figure 2 est un schéma montrant une pièce de tissu tridimensionnel représentée en perspective à partir de laquelle est fabriquée une préforme dans le procédé selon l'invention ;

La figure 3 est une représentation schématique d'une préforme tissée mise en oeuvre dans le procédé selon l'invention ;

La figure 4 est une représentation schématique de la préforme de la figure 3 en début de mise en forme dans le procédé selon l'invention ;

La figure 5 est une représentation schématique de la préforme des figures 3 et 4 en fin de mise en forme dans le procédé selon l'invention ;

La figure 6 est une représentation schématique de la préforme des figures 3 à 5 une fois qu'elle a été mise en forme pour constituer le panneau triangulaire ;

La figure 7 est une représentation schématique de la pièce triangulaire fabriquée conformément au procédé selon l'invention ;

La figure 8 est une représentation schématique montrant deux demi-préformes pour fabriquer une pièce triangulaire conformément à l'invention ;

La figure 9 est une représentation schématique du panneau fabriqué sur la base de deux demi-préformes ;

La figure 10 est une représentation schématique d'une variante de demi-préformes pouvant être utilisées dans le procédé selon l'invention.

#### DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

L'idée à la base de l'invention est de prévoir



une préforme en tissu tridimensionnel dans laquelle les différents bras du panneau sont délimités par différentes fentes, et de déployer cette préforme pour constituer la pièce triangulaire avant d'injecter et de polymériser la  
5 résine dans cette préforme.

La pièce de tissu tridimensionnel utilisée pour l'invention, qui est représentée en figure 2 en y étant repérée par 11 est constituée de fibres renforçantes tissées, telles que des fibres de carbone. Elle est  
10 constituée d'une série de couches de fibres renforçantes planes qui sont superposés en étant liés les unes aux autres.

Elle comporte plus particulièrement des couches de fibres transversales et longitudinales tissées entre  
15 elles de telle manière que les fibres d'une direction (transversale ou longitudinale) s'entrelacent avec les fibres de plusieurs autres couches, les différentes couches étant repérées par 12.

Comme visible dans la figure 2, cette pièce de  
20 tissu présente une section délimitée par un contour extérieur rectangulaire voire éventuellement trapézoïdal, et elle comporte également trois fentes traversantes, repérées par 13, 14 et 15, qui s'étendent parallèlement les unes aux autres.

Dans les figures 2 et 3 la section de cette pièce  
25 de tissu est présentée verticalement, c'est-à-dire que le grand côté du rectangle délimitant le contour externe de cette section, et qui correspond à la largeur de la pièce de tissu, s'étend verticalement. Le petit côté de ce  
30 contour, qui est orienté horizontalement dans les figures, correspond ainsi à l'épaisseur de la pièce de tissu.

D'une manière générale, cette pièce de tissu est  
35 fabriquée sur une longueur pouvant être importante, pour produire différentes préformes identiques en découpant

cette pièce de tissu à intervalles réguliers le long de sa longueur. De telles découpes sont représentées en pointillés dans la figure 2 en y étant repérées par 17 et 18. Autrement dit, chaque préforme correspond à une tranche de la pièce de tissu tridimensionnel.

Chaque fente de la pièce de tissu 11 correspond à deux couches de fibres renforçantes contiguës qui ne sont pas liées l'une à l'autre sur une partie de la largeur de la pièce de tissu, et sur toute la longueur de cette pièce de tissu. Cette disposition, c'est-à-dire le fait que certaines paires de couches contiguës ne sont pas liées l'une à l'autre dans une région prédéterminée, est obtenue directement lors de l'opération de tissage c'est-à-dire lors de la fabrication de la pièce de tissu.

Une fois que cette pièce de tissu est prête, elle est découpée selon la ligne 17, c'est-à-dire selon un plan transversal à la direction générale de tissage de cette pièce, pour en extraire une tranche afin de constituer la préforme 19 représentée en figure 3. Dans un premier temps, la préforme comporte les trois fentes traversantes 13, 14 et 15 résultant du tissage, et une fente complémentaire est réalisée par découpe au jet d'eau ou bien par usinage, de manière à délimiter complètement les différents bras de la pièce triangulaire à fabriquer.

Comme visible dans la figure 3, la fente traversante 13 est une fente centrale s'étendant depuis un petit côté du contour rectangulaire de la préforme, en s'étendant parallèlement à ses longs côtés pour s'étendre sur une longueur correspondant sensiblement aux quatre cinquièmes de la longueur de ces longs côtés.

Les fentes 14 et 15 sont situées de part et d'autre de la fente centrale 13 en s'étendant parallèlement à celle-ci sur une longueur correspondant sensiblement aux deux tiers de celle des longs côtés, ces

fentes 14 et 15 ne rejoignant pas les petits côtés du contour rectangulaire de la préforme.

Les trois fentes 13, 14, 15 comportent chacune une extrémité proche du petit côté du contour qui est opposé au petit côté dont part la fente centrale 13. Ces  
5 trois extrémités sont situées à même distance du petit côté en question, et elles sont réunies par une fente supplémentaire, repérée par 21 qui est réalisée par découpe ou par usinage, de façon complètement distincte  
10 de l'opération de tissage.

Cette opération de découpe ou d'usinage de la fente supplémentaire 21 est réalisée par exemple après découpe de la tranche de tissu selon la ligne 17 dans la figure 2.

15 Comme il ressort de la figure 3, la préforme 19 dont le contour est rectangulaire voire trapézoïdal, délimite ainsi les trois bras constituant la pièce à fabriquer. Le premier bras, repéré par 22, est délimité par la fente 14 et par le long bord le plus proche du contour externe. De manière analogue, le second bras,  
20 repéré par 23, est délimité par la fente 15 et par le long bord le plus proche du contour externe.

Un premier demi-bras, repéré par 24a est délimité par la fente centrale 13 et par la fente 14, et un second  
25 demi-bras 24b est délimité par la fente centrale 13 et par la fente 15. Comme expliqué plus bas, les demi-bras 24a et 24b sont destinés à être réunis et solidarisés l'un à l'autre pour constituer un unique bras 24.

Grâce aux fentes traversantes 13-15 et 21, le  
30 bras 22 présente une extrémité, à savoir l'extrémité supérieure dans les figures, par laquelle il est raccordé à l'extrémité supérieure du demi-bras 24a, et une autre extrémité, à savoir son extrémité inférieure dans les figures, par laquelle il est raccordé à l'extrémité  
35 inférieure du bras 23. De manière analogue, le bras 23

est raccordé au demi-bras 24b par son extrémité supérieure, et il est raccordé au bras 22 par son extrémité inférieure. Les demi-bras 24a et 24b ont chacun une extrémité libre qui est située au niveau de la fente  
5 découpée ou usinée 21.

Une fois que la préforme est prête, c'est-à-dire qu'elle correspond au schéma de la figure 3, elle est déployée, pour lui donner la forme de la pièce structurale triangulaire à fabriquer, ce déploiement qui  
10 est réalisé avec un outillage de mise en forme non représenté, correspond aux étapes représentées dans les figures 4 à 6.

Dans un premier temps, les deux branches principales de la préforme, c'est-à-dire la branche  
15 comportant les éléments 22 et 24a d'une part et la branche comprenant les éléments 23 et 24b d'autre part sont écartées l'une de l'autre, comme représenté en figure 4, ce qui correspond à écarter la fente 13 qui débouche dans le petit bord supérieur du contour de la  
20 section de préforme.

Ensuite, comme représenté en figure 5, le demi-bras 24a est écarté du bras 22, ce qui revient à écarter la fente 14, et le demi-bras 24b est écarté du bras 23 ce qui revient à écarter la fente 15.

Dans ces conditions, les demi-bras 24a et 24b  
25 sont rapprochés l'un de l'autre pour se longer mutuellement en étant en appui l'un contre l'autre, de manière à former un unique bras 24, comme représenté schématiquement en figure 6. La préforme est alors  
30 conformée en triangle, les bras 22 et 23 correspondant à deux côtés de ce triangle, le troisième côté étant formé par le bras 24 qui correspond à la réunion des demi-bras 24a et 24b.

Au stade de la figure 6, la préforme est  
35 maintenue par l'outillage de mise en forme qui a permis

de la configurer en triangle. On procède alors à une opération de couture par piquage pour solidariser le demi-bras 24a au demi-bras 24b, ce qui est réalisé en piquant, avec un outillage spécialisé, des fibres renforçantes 26 de telle manière que chaque fibre piquée traverse les deux demi-bras 24a et 24b qui se longent mutuellement sur une portion de leurs longueurs.

Lorsque les deux demi-bras 24a et 24b ont été solidarisés l'un à l'autre par piquage, la préforme agencée en triangle est démontée de l'outillage de mise en forme pour être installée dans un moule non représenté, en vue de procéder à l'injection et à la polymérisation de la résine.

Une fois que la préforme conformée en triangle est en place dans le moule, un cycle de chauffe est enclenché, et l'on procède à l'injection de résine, puis à sa polymérisation par chauffage.

Lorsque la pièce brute est prête, c'est-à-dire lorsque la résine est polymérisée et que la pièce a été extraite du moule, on procède à différentes opérations d'usinages correspondant sensiblement à sa finition, pour aboutir à la pièce 25 représentée en figure 7.

Ces opérations d'usinage comportent entre autres la réalisation de perçages 27, 28, 29 à chaque sommet du triangle que forme la pièce, pour former les chapes par lesquelles cette pièce sera ultérieurement solidarisée à d'autres composants mécaniques. Complémentairement, une bague formant palier est montée dans chaque perçage ou chape ainsi formée.

Plus particulièrement, le perçage 27 est réalisé dans la portion de matière par laquelle le bras 22 est raccordé au demi-bras 24a, le perçage 28 est réalisé dans la portion de matière par laquelle le bras 23 est raccordé au demi-bras 24b. Le perçage 29 est réalisé dans la portion de matière raccordant le bras 22 au bras 23.

Comme visible dans les figures, les trois portions de matière dans lesquelles sont réalisés les perçages sont situées sensiblement au delà des sommets du triangle défini par les trois bras 22, 23 et 24. Ces trois perçages sont orientés parallèlement les uns aux autres, les perçages 27 et 28 étant alignés l'un avec l'autre.

L'invention n'est pas limitée à la géométrie de préforme de la figure 3, et d'autres géométries peuvent également être adaptées, dès lors qu'elles peuvent se déployer pour être agencées en forme de pièce triangulaire à trois bras.

Dans les exemples des figures 8 et 9, la pièce généralement triangulaire est fabriqué à partir de deux demi-préformes qui sont complémentaires, et en l'espèce symétriques l'une de l'autre.

Ces demi-préformes sont, tout comme la préforme de la figure 3, issues de pièces de tissu tridimensionnel tissé de manière à former différentes fentes traversantes pour délimiter les bras de la pièce à former. Chaque demi-préforme est là aussi est réalisée en découpant une tranche de la pièce de tissu, avant de réaliser dans cette tranche comportant une ou plusieurs fentes traversantes issues de tissage, une encoche ou fente traversante supplémentaire par découpe ou par usinage.

Dans l'exemple de la figure 8, la demi-préforme 31 a un contour généralement rectangulaire, et elle comporte une fente traversante centrale 32, résultant de tissage, orientée parallèlement aux longs côtés du contour de demi-préforme et s'étendant sur une longueur correspondant sensiblement aux deux tiers de la longueur de ces longs côtés.

Cette demi-préforme 31 comporte une autre fente traversante, repérée par 33, qui s'étend dans le prolongement de la fente centrale 32 en étant espacée de

celle-ci, et en débouchant dans un petit côté du contour rectangulaire de la demi-préforme.

5 Additionnellement à ces fentes 32 et 33 résultant de tissage, on réalise par découpe ou par usinage une fente ou encoche supplémentaire par laquelle l'une des extrémités de la fente centrale 32 débouche dans un long bord du contour rectangulaire de la demi-préforme, cette fente ou encoche traversante additionnelle étant repérée par 34.

10 De manière analogue, la demi-préforme 31' comporte elle aussi une fente traversante centrale 32', une autre fente 33' obtenues directement par l'opération de tissage, et une fente ou encoche additionnelle 34' réalisée par découpe ou usinage après tissage.

15 Selon cette configuration, les fentes 32 et 33 délimitent avec l'un des bords longs du contour rectangulaire un premier bras 36, la fente 32 délimite une portion du bord long opposé un premier demi-bras 38a, et la fente 33 délimite avec une autre portion du bord long opposé un demi-pont de raccordement 39a. De manière  
20 analogue, les fentes correspondantes 32' et 33' délimitent l'autre bras 37, l'autre demi-bras 38b et l'autre demi-pont de raccordement 39b.

25 Comme visible dans la figure 8, le demi-bras 38a est raccordé par son extrémité au bras 36, et le demi-pont 39a est raccordé par son extrémité supérieure à une région inférieure du bras 36 coïncidant sensiblement avec la fente 34'. Il en va de même de la préforme 31'.

30 Une fois que ces deux demi-préformes 31 et 31' ont été obtenues, elles sont déployées en vis-à-vis l'une de l'autre avec des outils de mise en forme non représentés. Ce déploiement donne lieu, de manière analogue au cas des figures 4 à 6, réunir les demi-bras 38a et 38b afin de former un unique bras 38, et pour  
35 également réunir les demi-ponts 39a et 39b afin de

constituer un pont 39 réunissant les extrémités inférieures des bras 36 et 37, conformément à la disposition montrée en figure 10.

5 Les deux demi-bras 38a et 38b sont ensuite solidarisés l'un à l'autre par piquage, et de façon analogue, les demi-ponts 39a et 39b sont aussi réunis par piquage.

10 L'ensemble est ensuite installé dans un moule à injection pour y injecter la résine et polymériser cette résine. La pièce brute est ensuite extraite pour procéder à différentes opérations d'usinage et/ou de finition.

15 D'autres formes de demi-préformes sont également possibles, comme par exemple celles qui sont représentées dans la figure 10. Dans ce cas, chaque demi-préforme 41, 41' est là aussi issue d'un tissu tridimensionnel tissé pour comporter une fente centrale 42, 42', et une opération d'usinage ou de découpe est ensuite assurée pour réaliser une fente ou encoche complémentaire 43, 43'. Comme dans le cas des figures 8 et 9, ces formes  
20 permettent de définir deux bras ainsi que deux demi-bras et deux demi-ponts destinés à être assemblés les uns aux autres selon une configuration identique à celle de la figure 9.

25 Comme visible notamment dans l'exemple de la figure 9 les bras et les éventuels demi-ponts utilisés pour raccorder une portion de préforme à l'autre ou pour raccorder deux demi-préformes l'une à l'autre, sont avantageusement prévus en ayant des formes biseautées, de sorte que leur réunion constitue une portion ayant une  
30 épaisseur sensiblement constante.



REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un élément structural (25) en matériau composite, comprenant trois bras (22, 23, 24) agencés en triangle en étant reliés les uns aux autres par leurs extrémités respectives, comportant les opérations de :

– fabriquer, à partir d'un tissu tridimensionnel de fibres renforçantes, une préforme (19) comportant des fentes traversantes (13, 14, 15, 21) délimitant deux bras (22, 23) et deux demi-bras (24a, 24b) tous parallèles et contigus deux à deux, chaque bras (22, 23) ayant une extrémité par laquelle il est raccordé à un demi-bras (24a, 24b) et une autre extrémité par laquelle il est raccordé à l'autre bras (22, 23) ;

– mettre en forme la préforme (19) en la déployant et en réunissant ses deux demi-bras (24a, 24b) pour la configurer selon un triangle dont deux côtés correspondent aux deux bras (22, 23) de la préforme (19) et dont le troisième côté correspond à la réunion des deux demi-bras (24a, 24b) de cette préforme ;

– solidariser des deux demi-bras (24a, 24b) l'un à l'autre par piquage de fibres renforçantes traversant les deux demi-bras (24a, 24b) ;

– injecter de la résine dans cette préforme (19) et polymériser cette résine.

2. Procédé de fabrication d'un élément structural en matériau composite, comprenant trois bras (36, 37, 38) agencés en triangle en étant reliés les uns aux autres par leurs extrémités respectives, comportant les opérations de :

– fabriquer, à partir d'un tissu tridimensionnel de fibres renforçantes, deux demi-préformes (31, 31' ; 41, 41'), comportant chacune des fentes traversantes (32, 32', 33, 33' ; 42, 42') délimitant un bras (36, 37) et un

demi-bras (39a, 39b) parallèles et contigus qui sont raccordés l'un à l'autre par l'une de leurs extrémités, ainsi qu'un demi-pont (39a, 39b) raccordé au bras (36, 37) ;

5                   - mettre en forme les demi-préformes (31, 31' ; 41, 41') en les déployant, et réunir d'une part les deux demi-bras (38a, 38b) des deux demi-préformes (31, 31' ; 41, 41') et d'autre part les deux demi-ponts (39a, 39b) des deux demi-préformes (31, 31' ; 41, 41'), pour  
10 configurer l'ensemble selon un triangle dont deux côtés correspondent aux deux bras (36, 37) raccordés par les demi-ponts (39a, 39b) et dont le troisième côté correspond à la réunion (38) des deux demi-bras (38a, 38b) ;

15                   - solidariser des deux demi-bras (38a, 38b) l'un à l'autre par piquage de fibres renforçantes traversant les deux demi-bras (38a, 38b), et solidariser les deux demi-ponts (39a, 39b) par piquage de fibres renforçantes traversant ces deux demi-ponts (39a, 39b) ;

20                   - une opération d'injection de résine dans les demi-préformes (31, 31' ; 41, 41') réunies et de polymérisation de cette résine.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque préforme (19) ou demi-préforme (31, 31' ;  
25 41, 41') est constituée de couches (12) de fibres transversales et longitudinales tissées entre elles de sorte que les fibres d'une direction s'entrelacent avec les fibres de plusieurs autres couches (12), et dans lequel chaque préforme (19) ou demi-préforme (31, 31' ;  
30 41, 41') comporte une ou plusieurs fentes traversantes (13, 14, 15 ; 32, 33, 32', 33' ; 42, 42') correspondant chacune à deux couches contiguës (12) dépourvues de fibres les entrelaçant l'une à l'autre dans une région prédéterminée, chacune de ces fentes traversantes (13,  
35 14, 15 ; 32, 33, 32', 33' ; 42, 42') étant obtenue

directement lors du tissage du tissu tridimensionnel à partir duquel est fabriquée la préforme (19) ou la demi-préforme (31, 31' ; 41, 41').

5 4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque préforme (19) ou demi-préforme (31, 31' ; 41, 41') comporte une ou plusieurs fentes traversantes (21 ; 34, 34' ; 43, 43') obtenue par découpe ou usinage d'une partie du tissu tridimensionnel à partir duquel est constituée cette préforme (19) ou demi-préforme (31, 31'  
10 ; 41, 41').

5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque préforme (19) ou demi-préforme (31, 31' ; 41, 41') est constituée à partir d'une tranche d'un tissu tridimensionnel, cette tranche étant obtenue par découpe  
15 selon un plan transversal à une direction principale de tissage du tissu tridimensionnel.

1/3

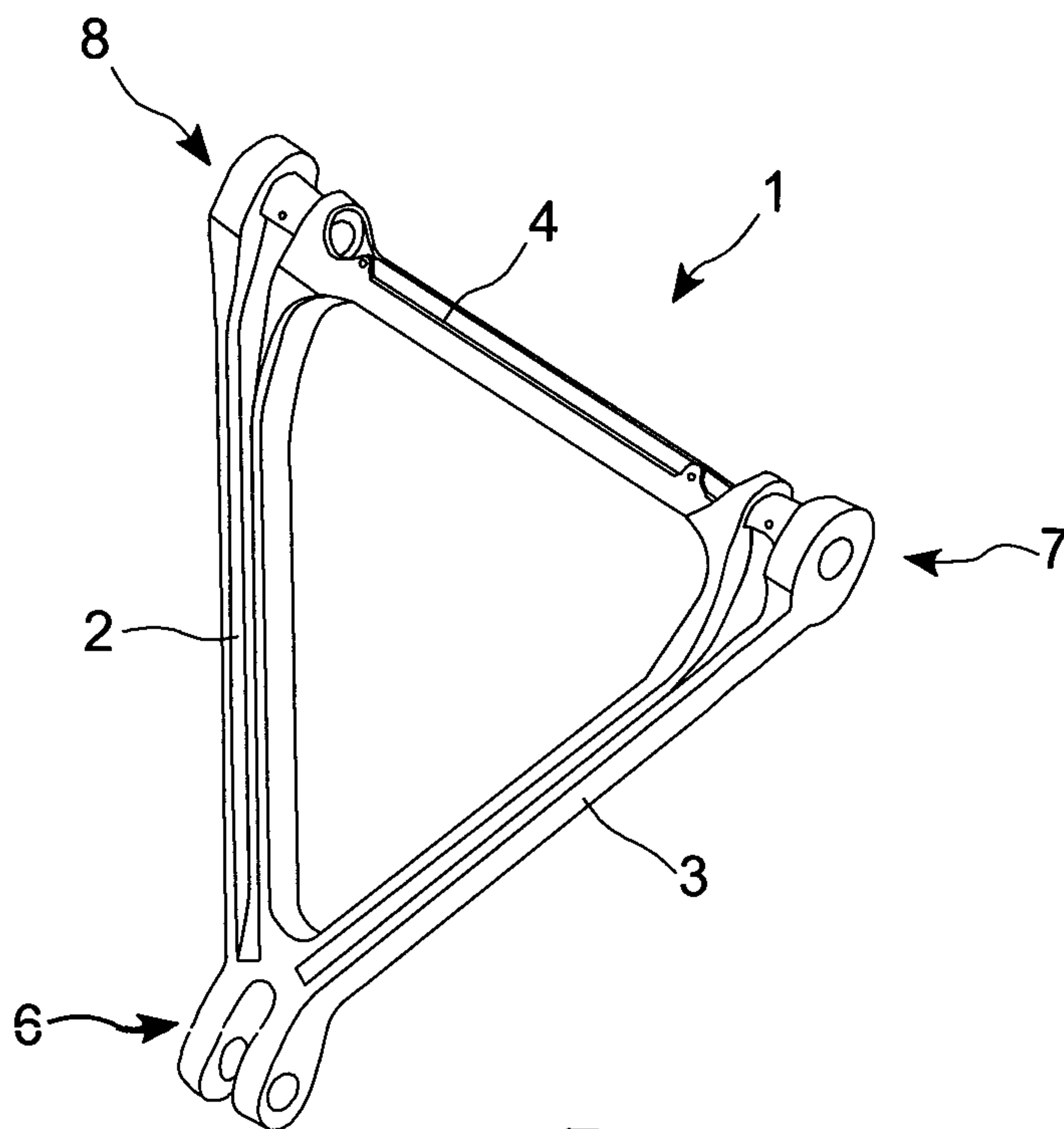


FIG. 1

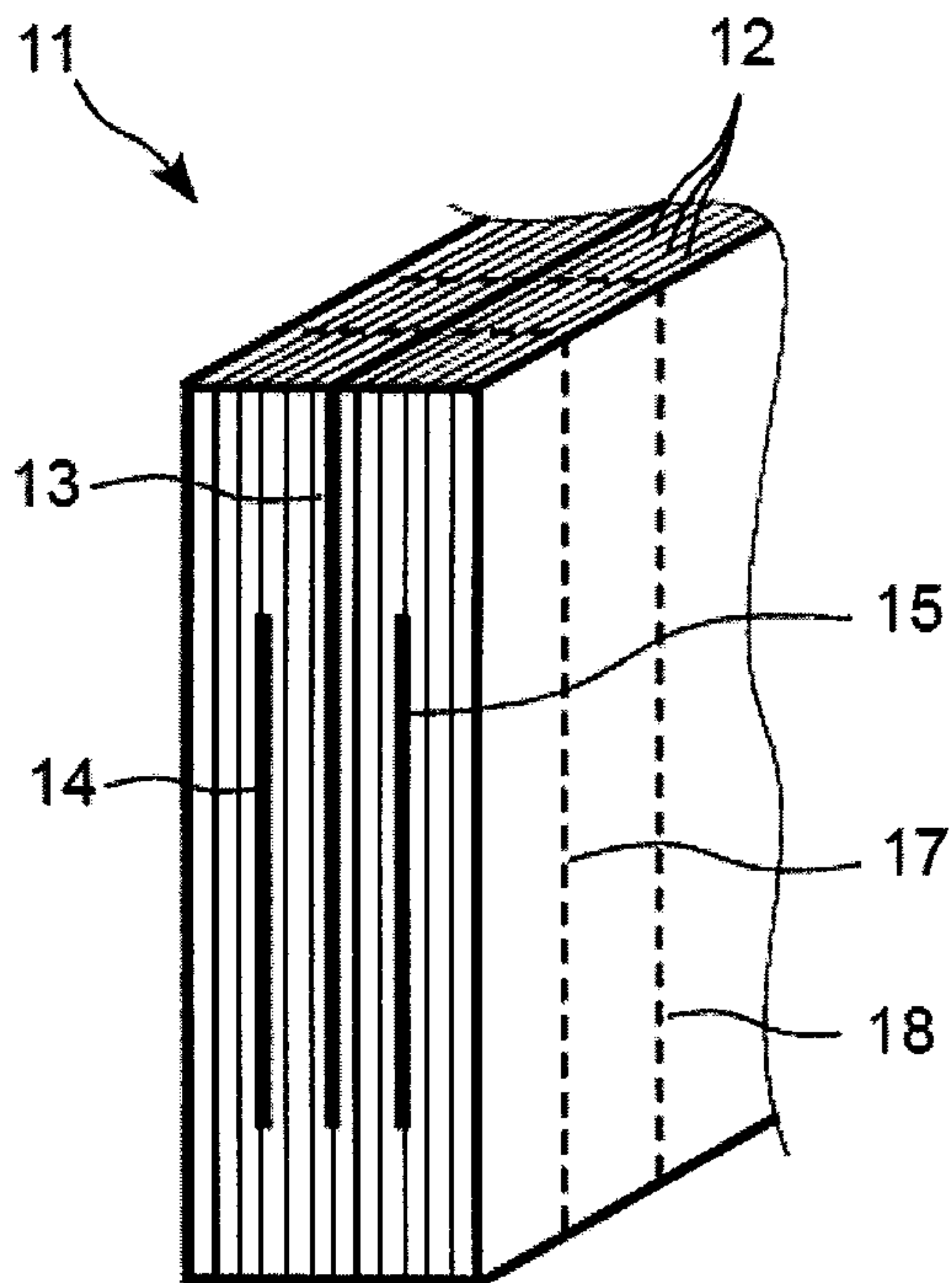


FIG. 2

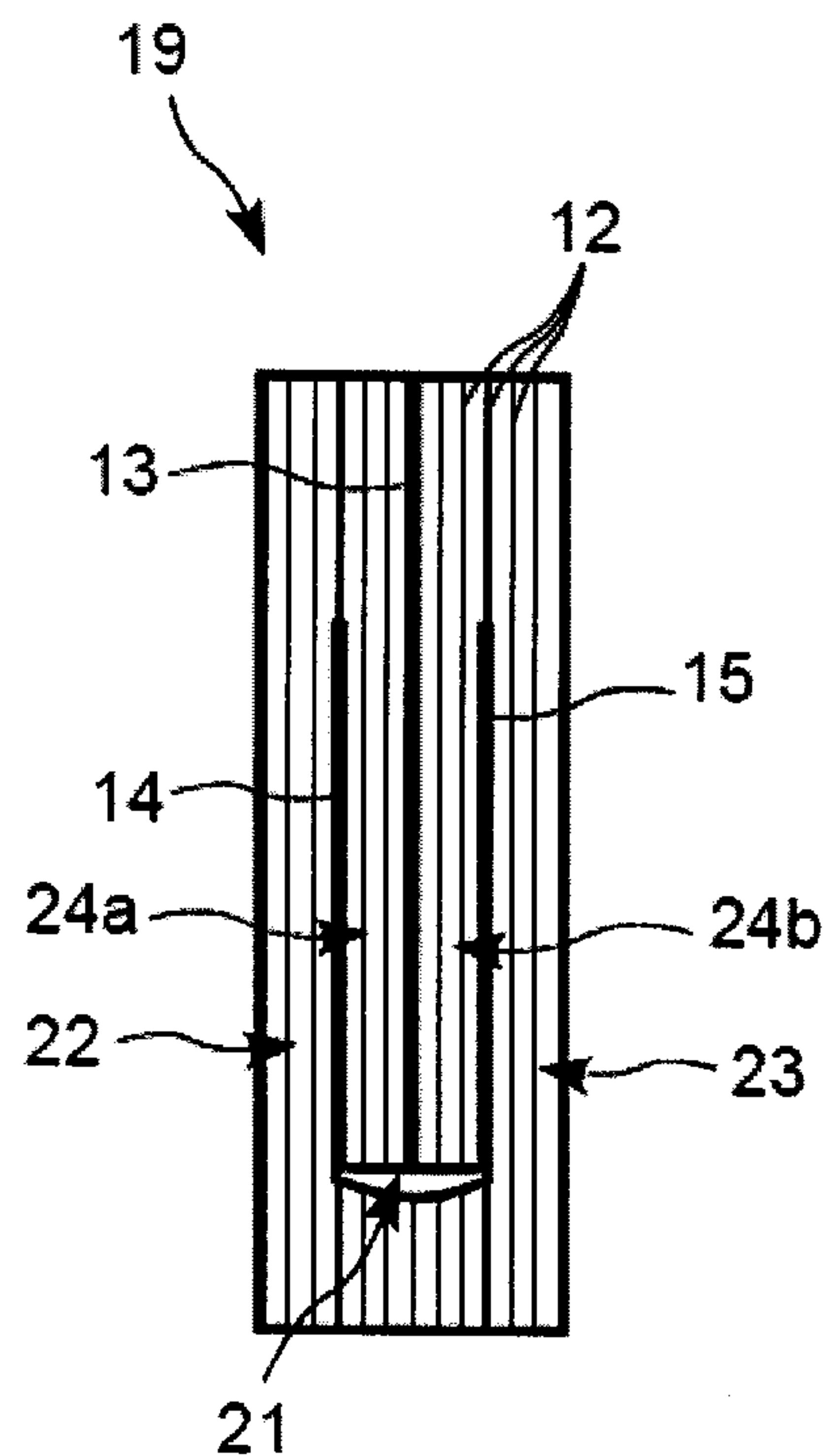


FIG. 3

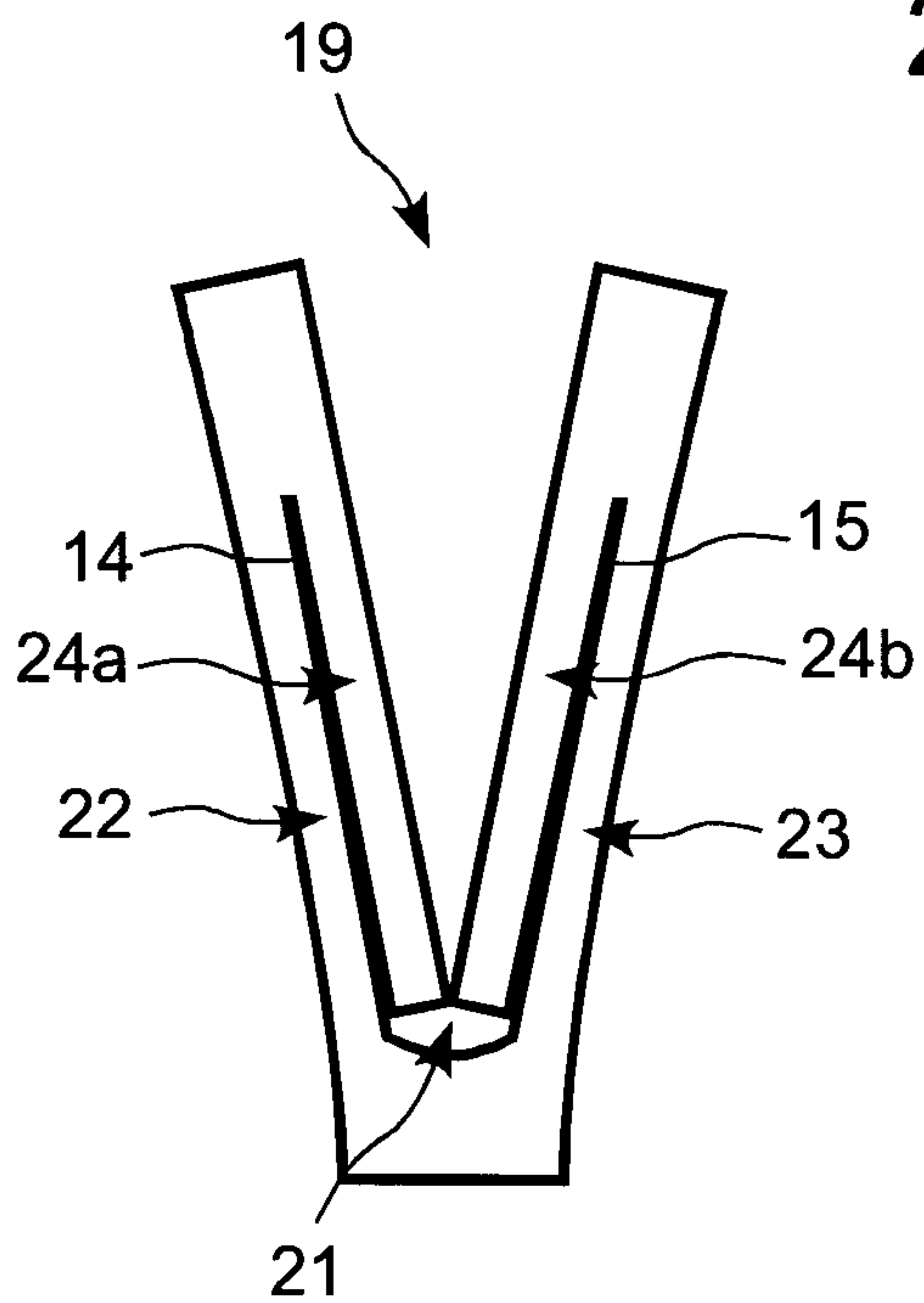


FIG. 4

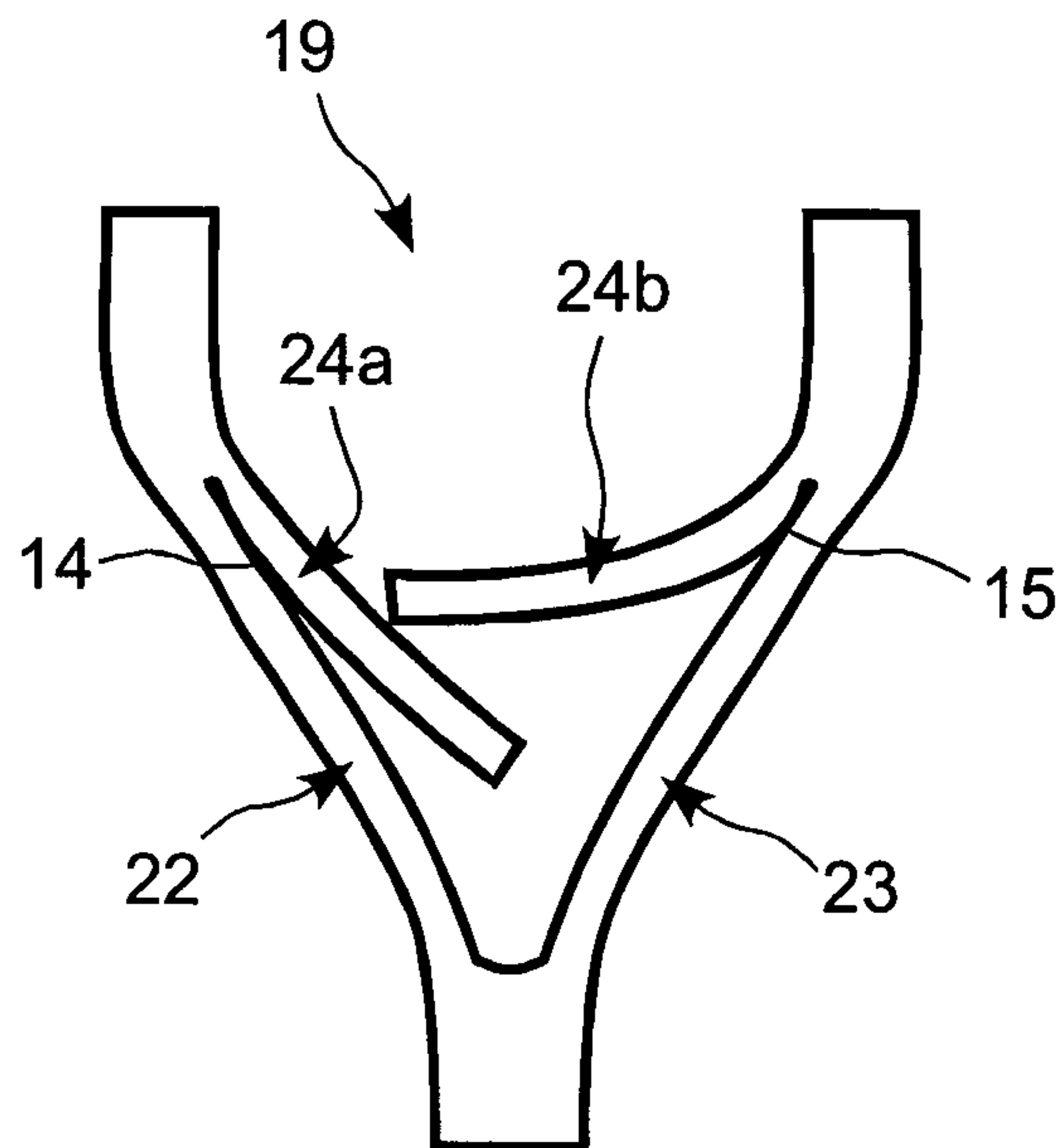


FIG. 5

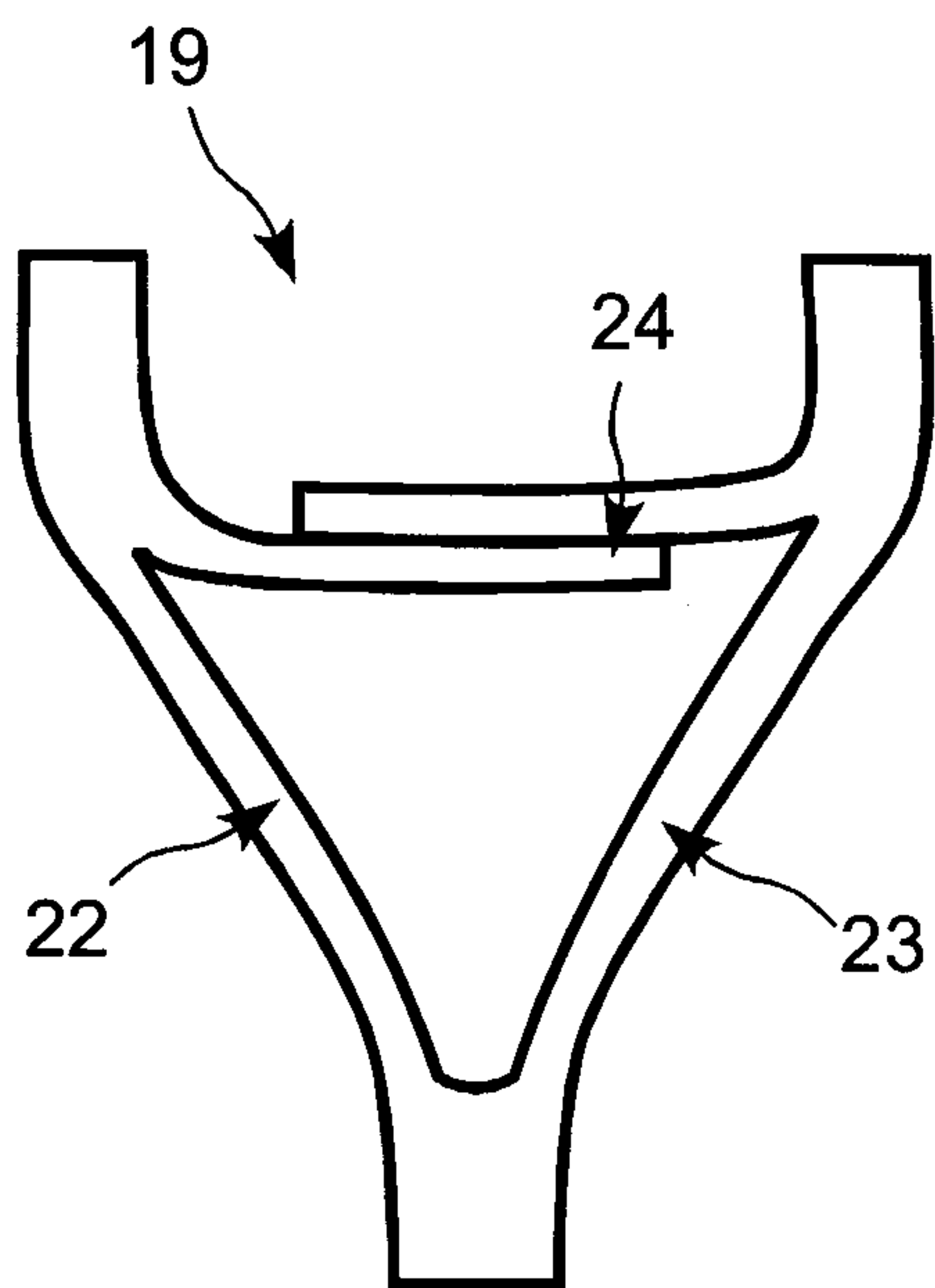


FIG. 6

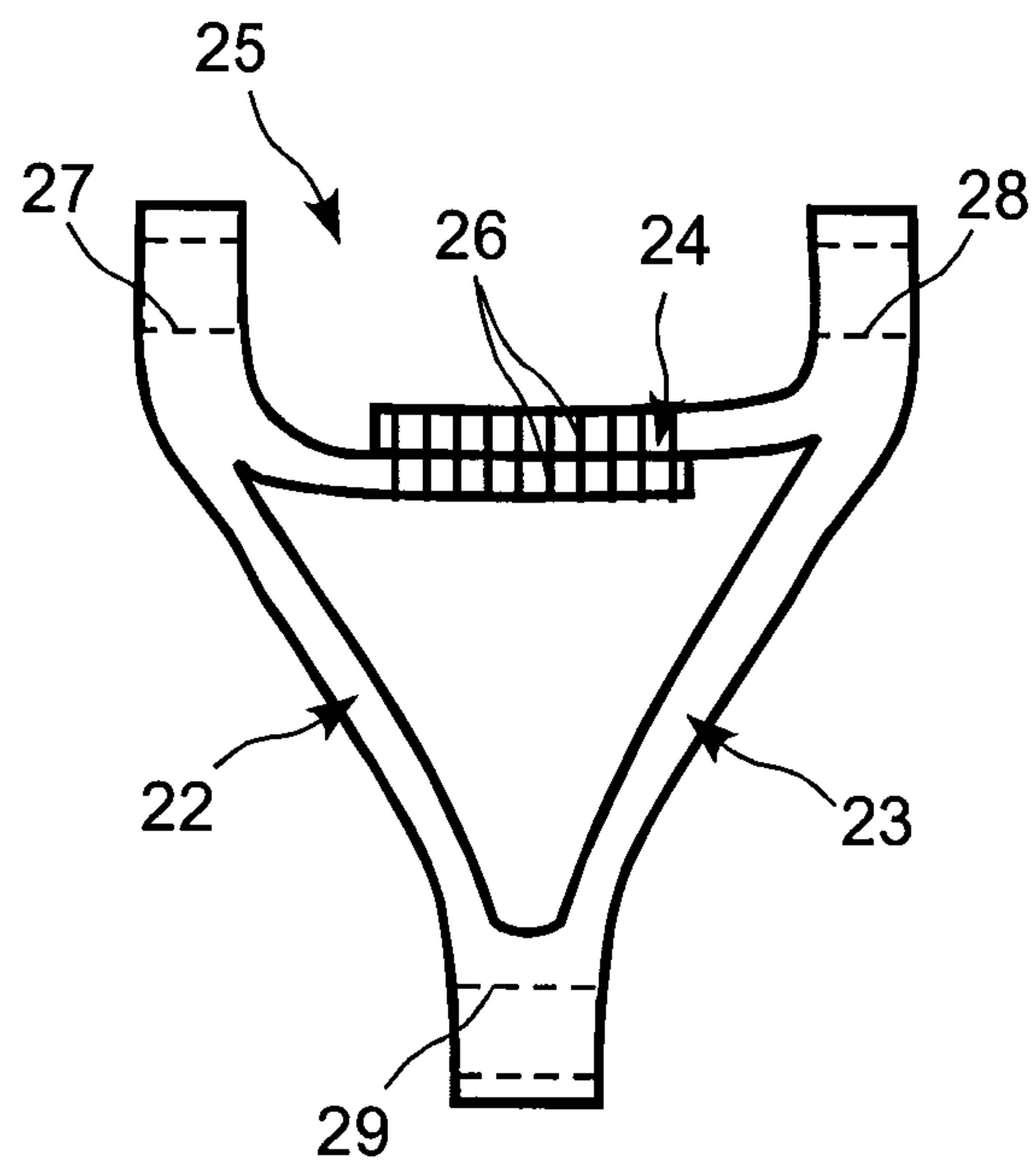


FIG. 7

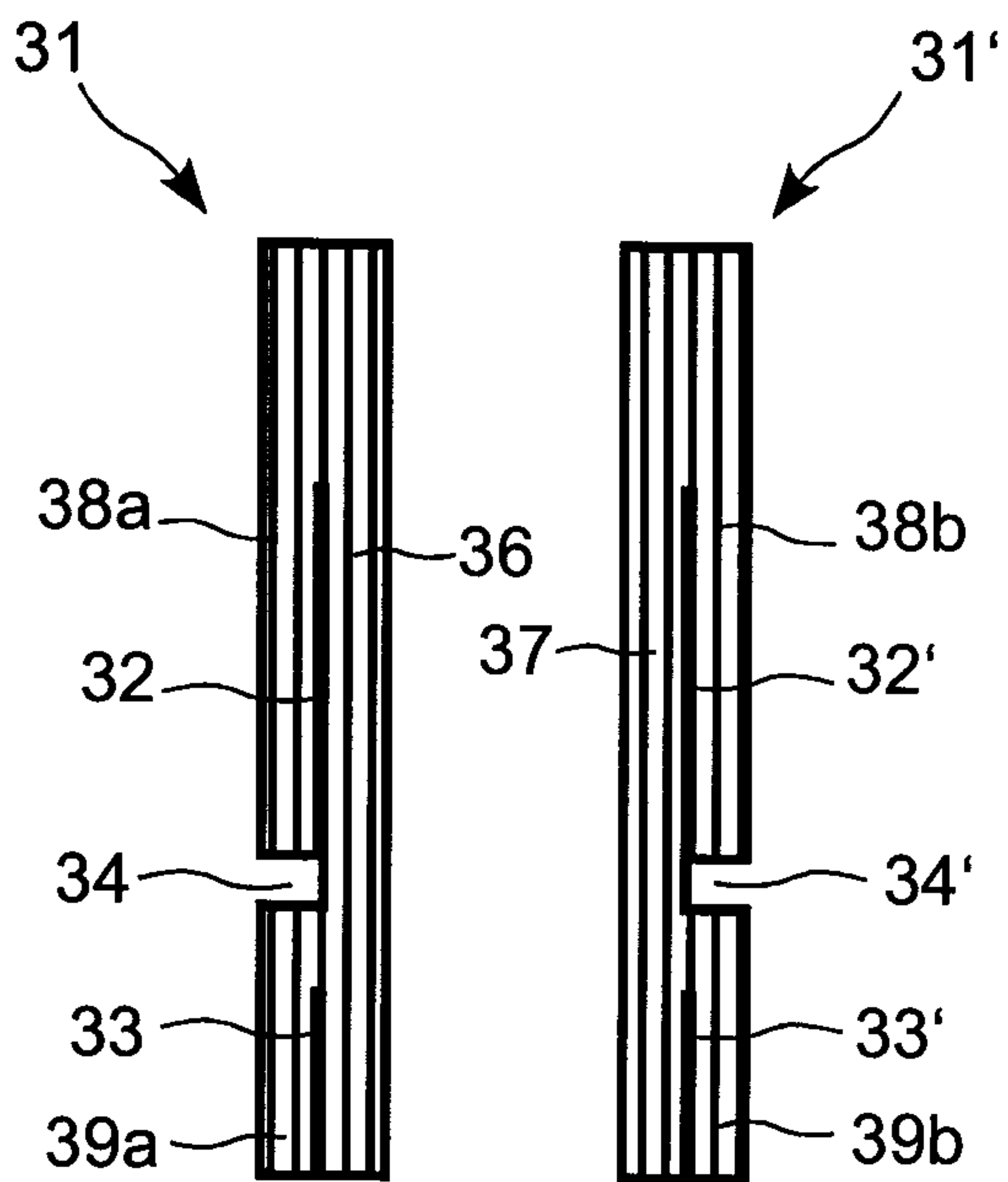


FIG. 8

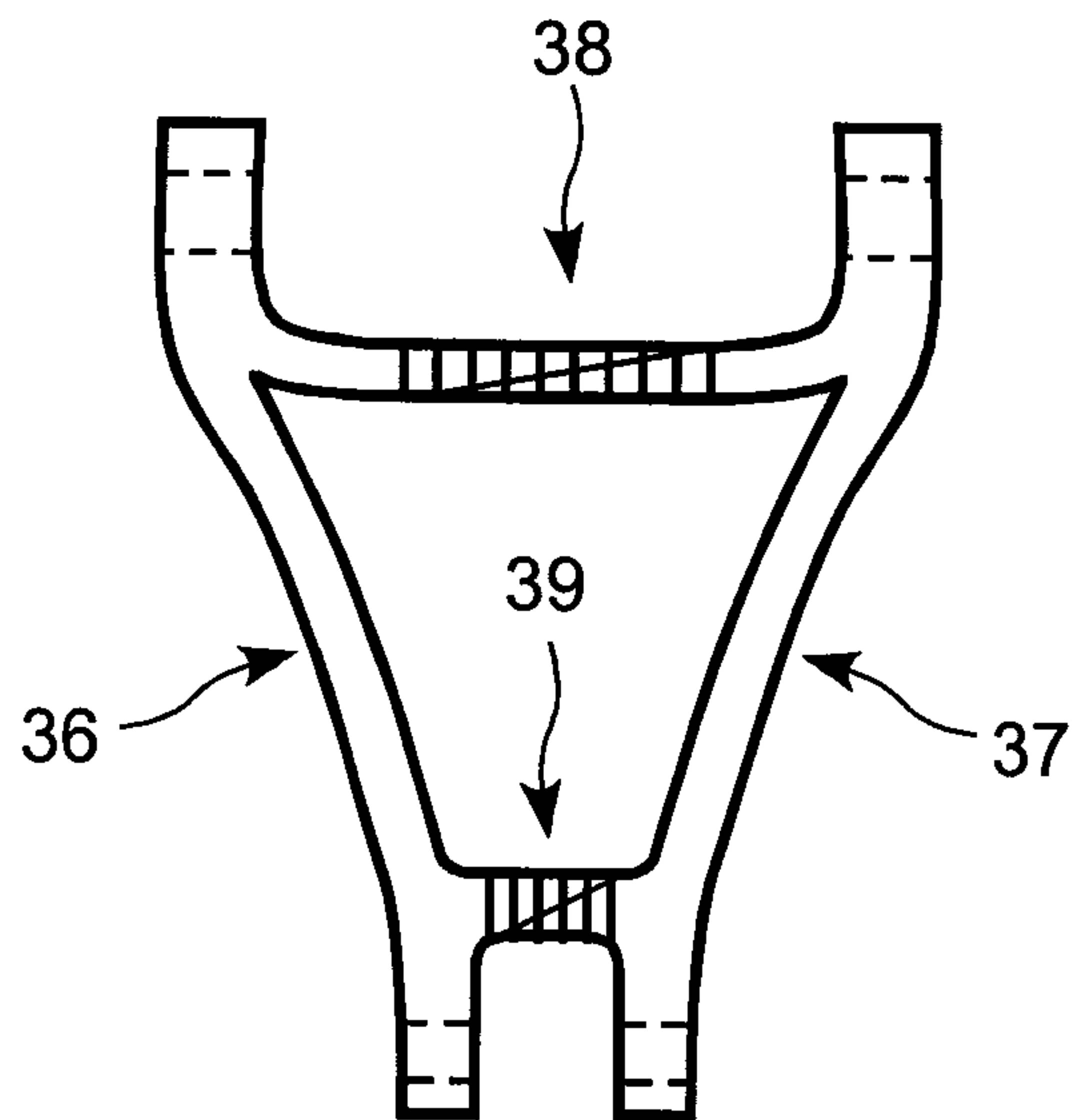


FIG. 9

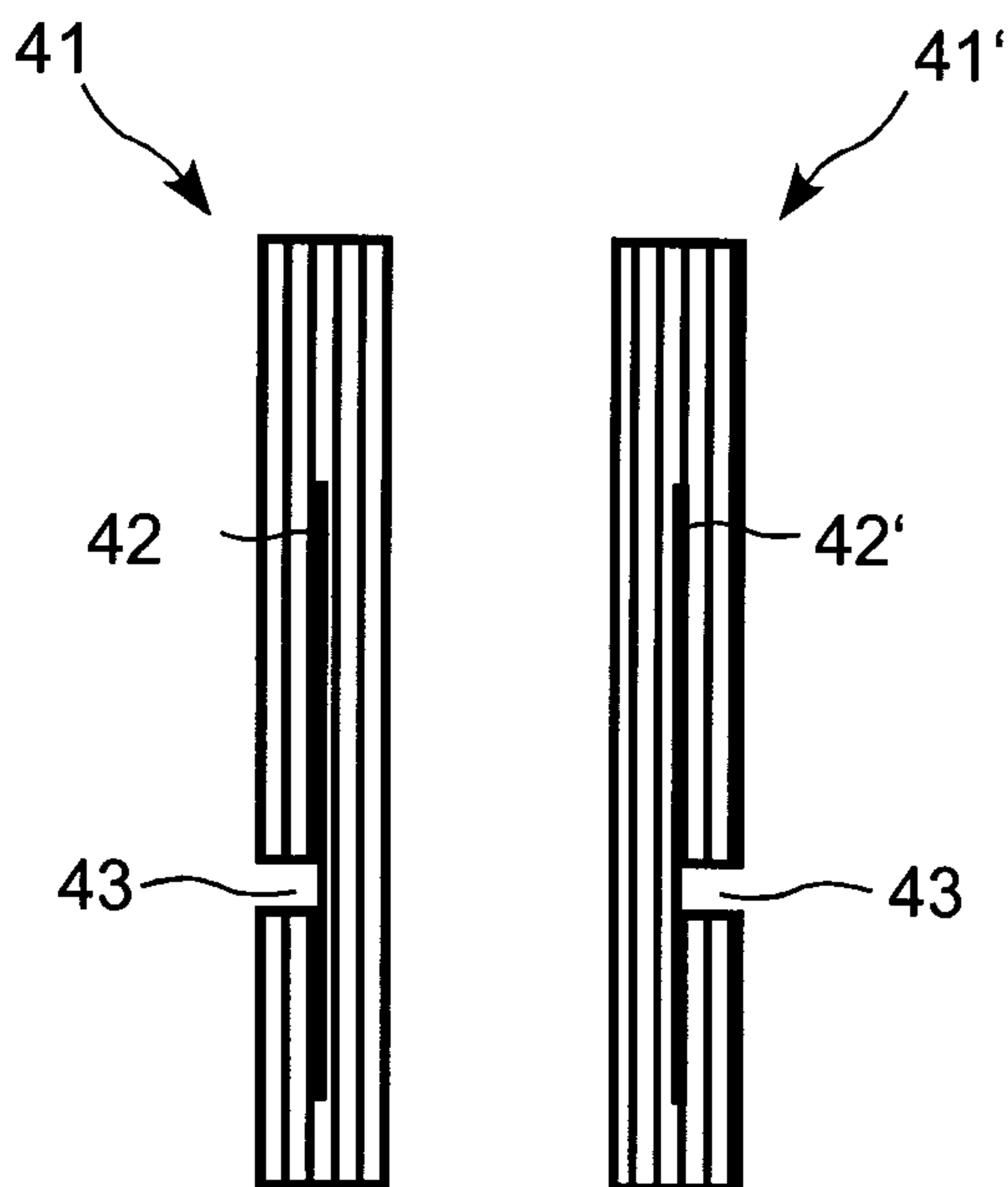


FIG. 10

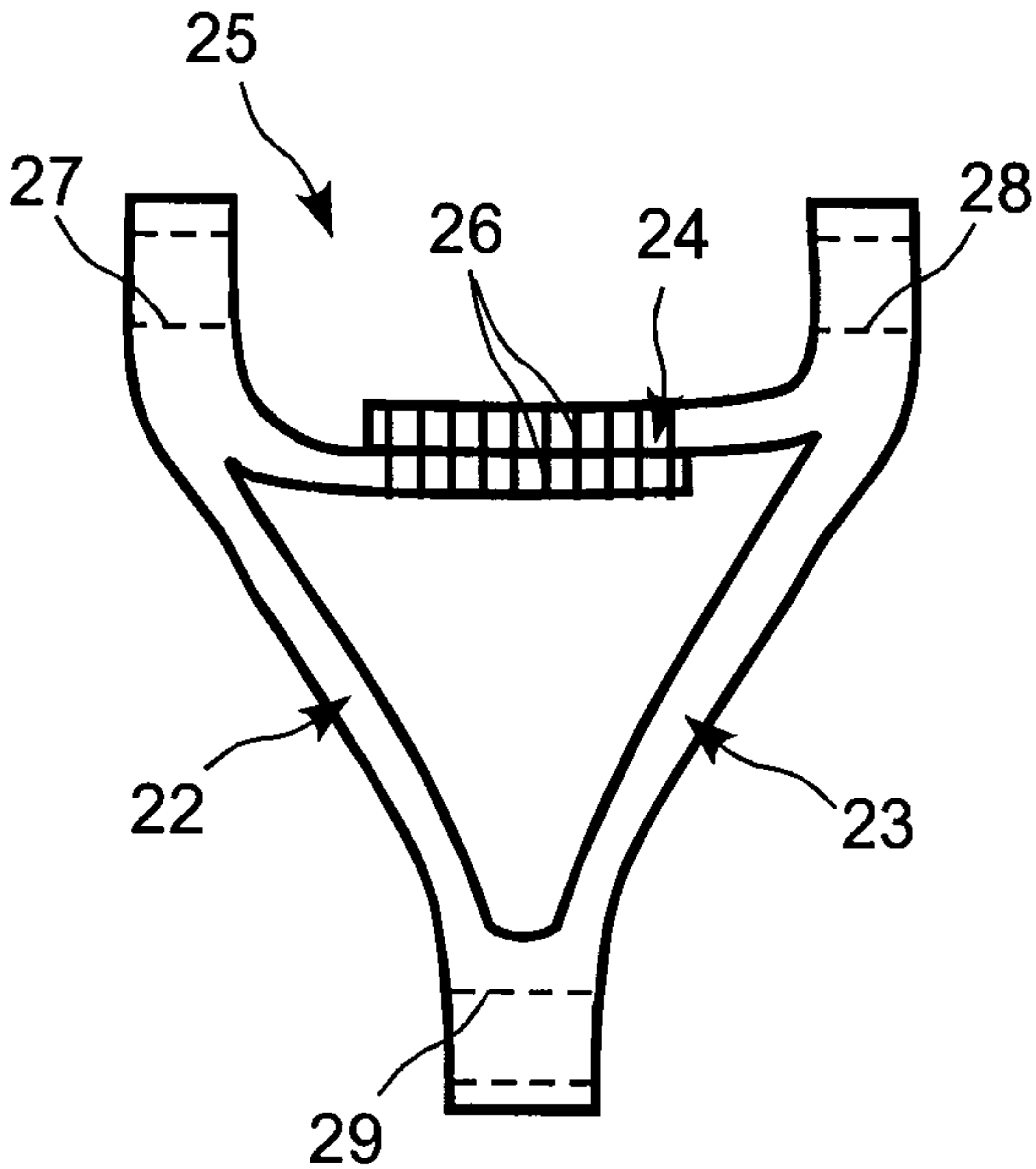


FIG. 7