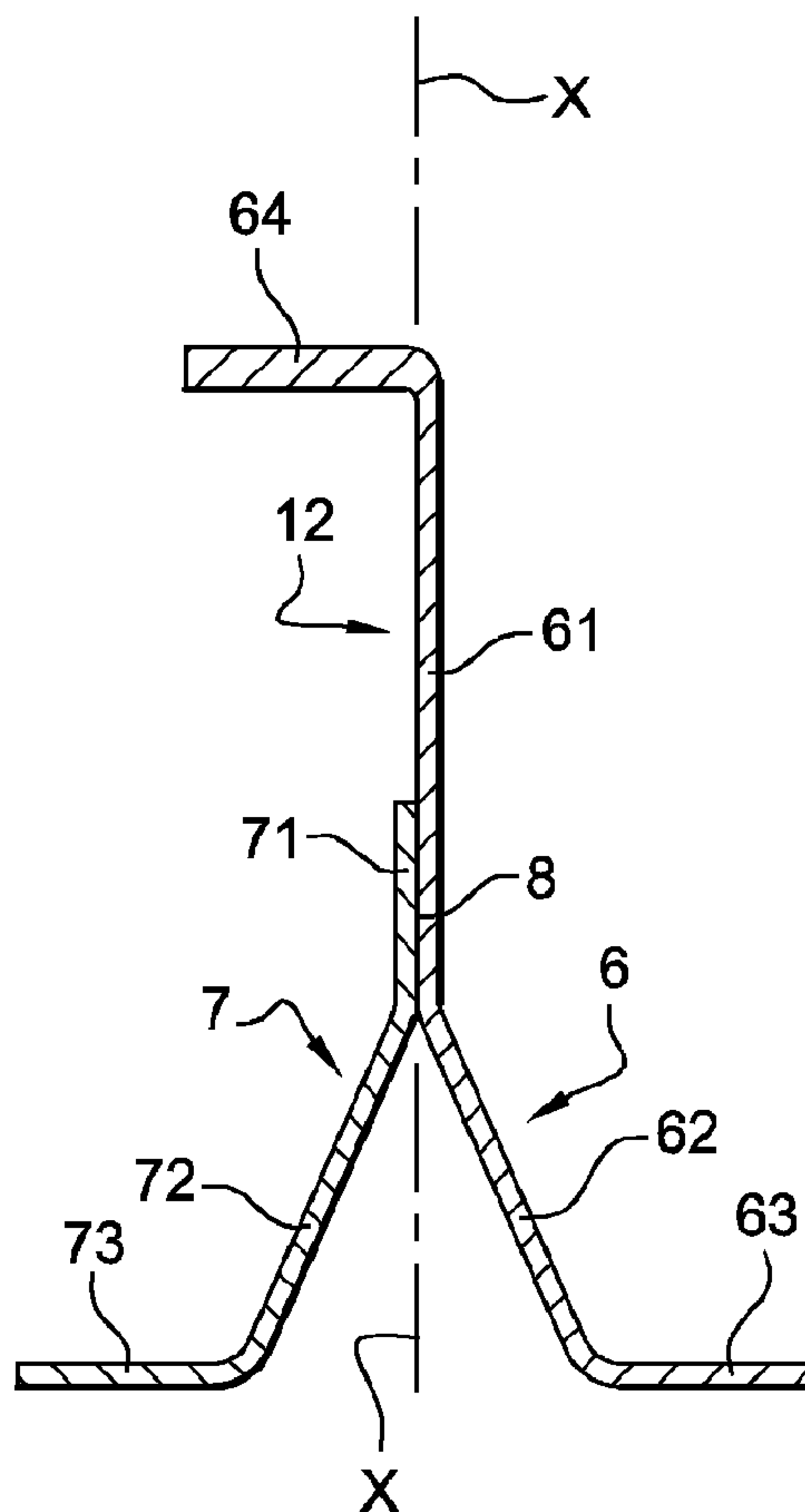




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2007/08/30
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2008/03/27
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2014/09/23
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2009/03/09
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2007/051855
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2008/034988
(30) Priorité/Priority: 2006/09/21 (FR0653880)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B64C 1/06* (2006.01),
B64C 1/12 (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
FORZAN, MATHIEU, FR;
BERNADET, PHILIPPE, FR
(73) Propriétaire/Owner:
AIRBUS OPERATIONS SAS, FR
(74) Agent: BCF LLP

(54) Titre : RAIDISSEUR AUTOSTABILISE AUTORISANT UNE REPRISE D'ELEMENTS
(54) Title: SELF-STABILISED STIFFENER ENABLING ELEMENT RECOVERY



(57) Abrégé/Abstract:

Raidisseur pour une structure soumise à des contraintes de tension, compression et/ou cisaillement, ayant une section en forme de λ comprenant une zone de contact et une âme. La zone de contact est configurée pour connecter le raidisseur à la structure, et

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

comprend des première et seconde surfaces espacées. Les deux surfaces sont situées dans un même plan, ont respectivement une première et une seconde jambe s'étendant à partir de celles-ci et se rejoignant en une zone de jonction pour former une surépaisseur. La première jambe est longue et la seconde jambe courte. Les jambes et le plan des première et seconde surfaces définissent une section fermée. L'âme s'étend perpendiculairement au plan de la zone de contact, pour conférer au raidisseur une surface d'appui pour monter un élément, l'âme étant formée par l'une des jambes.

ABRÉGÉ

Raidisseur pour une structure soumise à des contraintes de tension, compression et/ou cisaillement, ayant une section en forme de λ comprenant une zone de contact et une âme. La zone de contact est configurée pour connecter le raidisseur à la structure, et comprend des première et seconde surfaces espacées. Les deux surfaces sont situées dans un même plan, ont respectivement une première et une seconde jambe s'étendant à partir de celles-ci et se rejoignant en une zone de jonction pour former une surépaisseur. La première jambe est longue et la seconde jambe courte. Les jambes et le plan des première et seconde surfaces définissent une section fermée. L'âme s'étend perpendiculairement au plan de la zone de contact, pour conférer au raidisseur une surface d'appui pour monter un élément, l'âme étant formée par l'une des jambes.

RAIDISSEUR AUTOSTABILISE AUTORISANT UNE REPRISE D'ELEMENTS

Domaine de l'invention

5 L'invention concerne un raidisseur permettant à la fois un raidissement stable d'une structure et une reprise d'éléments sur cette structure. L'invention concerne également une structure d'aéronef comportant au moins un tel raidisseur.

L'invention trouve des applications dans le domaine de la mécanique
10 des structures et, en particulier, dans le domaine de l'aéronautique pour la tenue mécanique des éléments structuraux d'un aéronef.

Etat de la technique

Dans un aéronef, il existe de nombreux éléments structuraux qui nécessitent l'utilisation de pièces supplémentaires pour améliorer la tenue
15 mécanique de ces éléments de structure. Ces pièces supplémentaires peuvent être, notamment, des raidisseurs. Ces raidisseurs sont des pièces profilées fixées sur des éléments structuraux de l'aéronef, par exemple pour transférer des charges sens long ou pour stabiliser ces éléments (pour empêcher ces éléments de cloquer ou de flamber sous l'effet de forces de
20 cisaillement ou de compression).

Les raidisseurs peuvent être utilisés, par exemple, dans le fuselage de l'aéronef en tant que cadres ou lisses pour raidir la peau et certaines zones spécifiques telles les encadrements de portes. Ils peuvent aussi être utilisés dans la voilure de l'aéronef, dans le sens de l'envergure (longerons) ou dans
25 le sens de la corde (nervures).

Les raidisseurs peuvent raidir la structure localement, dans le sens vertical ou dans le sens longitudinal, à des emplacements où les contraintes sont importantes.

Les raidisseurs peuvent avoir des sections de formes différentes. La
30 section du raidisseur dépend de multiples paramètres tels que la forme de l'élément structurel à raidir ou la fonction principale qu'il doit remplir. Les raidisseurs connus présentent généralement une section en Z, une section en T, une section en J ou une section en Ω . Des exemples de différentes sections connues sont représentées sur les figures 1, 2 et 3.

Plus précisément, un exemple de raidisseur à section en Z est représenté sur la figure 1. Un tel raidisseur 2 en Z comporte 3 parties : une semelle 21, une âme 22 et une tête 23. La semelle 21 est en contact avec l'élément à raidir 1 et épouse donc sa forme. L'âme 22, qui présente deux surfaces "planes" peut servir éventuellement à reprendre d'autres éléments. La tête 23 sert à stabiliser le raidisseur, c'est à dire à empêcher sa section de déverser dans son plan.

Sur la figure 2A, on a représenté un exemple de raidisseur à section en T. Ce raidisseur 3 en T comporte deux parties : une semelle 31 et une âme 32. La semelle 31 est en contact avec l'élément à raidir et épouse donc sa forme. L'âme 32, qui présente deux surfaces "planes" peut servir éventuellement à reprendre d'autres éléments. En composite, un tel raidisseur pourrait, par exemple, être obtenu par la technologie RTM (Resin Transfert Moulding) en co-injectant deux préformes en L positionnées dos à dos, comme montré sur la figure 2B.

Dans ces deux exemples de raidisseurs, de même que pour un raidisseur à section en J, le raidisseur comporte une âme formant une surface d'appui. On appelle surface d'appui, une surface plane normale ou quasi-normale à l'élément à raidir et pouvant recevoir un élément complémentaire de sorte que cet élément soit en contact permanent avec la surface d'appui. Ainsi, une telle surface d'appui peut assurer la reprise d'un autre élément, structurel ou non. Autrement dit, ces types de raidisseurs à section en J, T ou Z comportent chacun une surface plane sur laquelle peut être rapporté un élément supplémentaire.

Cependant, la forme de ces raidisseurs peut présenter un inconvénient lorsque la structure est soumise à certaines forces. En effet, lorsque le raidisseur est chargé en compression, il a tendance à déverser, c'est-à-dire qu'il a tendance à flamber à partir d'un certain niveau de compression. Pour éviter le flambage du raidisseur, il est nécessaire d'ajouter des pièces supplémentaires telles que des clips de stabilisation, placées en travers du raidisseur, dont le rôle est d'éviter que leur chargement ne déverse.

Pour résoudre ces problèmes de stabilité, il existe des raidisseurs à section en Ω . Un exemple d'un tel raidisseur en Ω est représenté sur la figure 3. Dans l'exemple de la figure 3, ce raidisseur 4 a une forme en Ω . Il

comporte une tête 45, deux âmes 43 et 44 et deux semelles 41 et 42, symétriques de part et d'autre du plan médian de la tête 45. La forme même du raidisseur, et en particulier le fait qu'associé à l'élément à raidir, la section obtenue est fermée, section assimilable à une poutre creuse, offre une
5 stabilité audit raidisseur. Autrement dit, le raidisseur est stable par lui-même, sans ajout d'aucune pièce supplémentaire. Il est auto stabilisé. Ainsi, même si l'on charge un tel raidisseur en compression, on comprend bien que le raidisseur ne déverse ni d'un côté, ni de l'autre.

Cependant, un tel raidisseur en Ω ne comporte aucune surface
10 d'appui simple adaptée à la reprise d'autres éléments. En effet, outre ses deux semelles, un tel raidisseur n'a aucune surface réellement adaptée à la reprise d'autres éléments de par l'orientation de sa tête et de ses âmes (aucune n'est normale à la surface de l'élément à raidir) et de par les problématiques associées à l'installation de fixation dans des sections
15 fermées (contrôlabilité, fixations spécifiques, ...).

Ainsi, selon l'élément structurel à raidir et selon les fonctions à assurer, on choisit d'utiliser un raidisseur à surface d'appui, comme un raidisseur avec une section en Z, en T ou en J, ou un raidisseur auto stabilisé, comme le raidisseur à section en Ω .

20 Or, la tendance actuelle en aéronautique fait qu'il y a toujours plus d'éléments à reprendre, aussi bien des éléments d'équipement que des éléments de système. En particulier sur le fuselage d'un aéronef, les cadres ou la structure plancher sont des zones de l'aéronef où il y a de nombreux éléments à reprendre, aussi bien des éléments de structure que des
25 éléments de système tels que les câbles électriques. Il est donc important de permettre une reprise d'éléments sur les raidisseurs tout en simplifiant au maximum les pièces de structure par intégration de fonctions.

Exposé de l'invention

L'invention a justement pour but de remédier aux inconvénients des
30 techniques exposées précédemment. A cette fin, l'invention propose un raidisseur ayant une section lui permettant à la fois d'être auto stabilisé et d'assurer une reprise d'éléments. Un tel raidisseur se suffit à lui-même pour la tenue mécanique et offre une âme permettant une reprise d'élément.

De façon plus précise, l'invention concerne un raidisseur pour une
35 structure soumise à des contraintes de tension et/ou de compression et/ou

de cisaillement, caractérisé en ce qu'il comporte une section en forme de λ comprenant:

- une zone en contact avec un élément à raidir ayant une section fermée et assurant une stabilité, cette zone comportant une première et une
5 seconde jambes qui se rejoignent en une zone de jonction formant une surépaisseur, la première jambe étant une longue jambe, la seconde jambe étant une courte jambe, et

- une âme normale à l'élément à raidir, lui conférant une surface d'appui apte à une reprise d'élément, cette âme étant formée par l'une des
10 deux jambes.

Le raidisseur de l'invention peut comporter également une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- le raidisseur est réalisé en matériau composite.
- l'âme est constituée par une partie de la longue jambe.
- 15 - la courte jambe est symétrique à la longue jambe par rapport à un axe passant par la zone de jonction.
- chaque jambe comporte une semelle de stabilisation.
- la longue jambe a une section en C.
- la longue jambe a une section en Z.
- 20 - la courte jambe a une section en L.
- la longue jambe comporte une tête formée à une extrémité opposée à la semelle de stabilisation, assurant une inertie.

L'invention concerne également une structure d'aéronef, caractérisée par le fait qu'elle comporte au moins un raidisseur tel que défini
25 précédemment.

L'invention concerne également un aéronef comportant au moins un de ces raidisseurs.

Brève description des dessins

Les objets, avantages et caractéristiques précités et autres de
30 l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description non limitative qui suit d'un mode de réalisation illustratif de l'invention, donné à titre d'exemple seulement en référence aux dessins annexés dans lesquels:

La figure 1, déjà décrite, représente un raidisseur à section en Z.

Les figures 2A et 2B, déjà décrites, représentent un raidisseur à section en T.

La figure 3, déjà décrite, représente un raidisseur à section en Ω .

La figure 4 représente une première configuration d'un raidisseur à section en λ selon l'invention.

La figure 5 représente une seconde configuration d'un raidisseur à section en λ selon l'invention.

Les figures 6A et 6B, qui sont associées à la configuration de la figure 5, montrent les centres de gravité de raidisseurs à section en λ selon l'invention.

La figure 7 représente un exemple de cadre selon l'invention et de traverses de plancher dans un fuselage d'aéronef.

Les figures 8A et 8B montrent les détails de la liaison cadre/traverse illustrée précédemment à la figure 3.

15 *Description détaillée de modes de réalisation de l'invention*

L'invention concerne un raidisseur pour élément structurel, en particulier d'aéronef, ayant une section en forme de λ . Cette forme en λ permet à la fois une auto stabilité du raidisseur et une reprise d'éléments.

Une section en λ , telle qu'elle va être décrite, peut être par exemple appliquée à un raidisseur longitudinal, c'est-à-dire une lisse, ou bien à un raidisseur radial, c'est à dire un cadre.

Un raidisseur à section en λ combine les avantages des raidisseurs auto stabilisés, décrits précédemment, et des raidisseurs adaptés à la reprise d'éléments, également décrits précédemment. Pour cela, un raidisseur à section en λ comporte une partie basse ayant deux points d'appui assurant une auto stabilité et une partie haute ayant une surface d'appui assurant une reprise d'éléments. La partie basse est une zone en contact avec l'élément à raidir ; elle a une section fermée. La partie haute comporte l'âme 12 du raidisseur ; cette âme est normale à l'élément à raidir.

Des exemples de raidisseurs à section en λ sont représentés sur les figures 4 et 5. Plus précisément, la figure 4 montre une première configuration de section d'un raidisseur en λ selon l'invention. Cette section de raidisseur en λ , appelé plus simplement raidisseur en λ , comporte une longue jambe 6, appelée aussi grande jambe, et une courte jambe 7, appelée aussi petite jambe. La petite et la grande jambes sont réalisées dans

des matériaux identiques. Elles ont, de préférence, une épaisseur identique au moins sur une partie de la longueur de la jambe.

La petite jambe 7 rejoint la grande jambe 6 en une zone de jonction 8 formant, à cet emplacement, une surépaisseur.

5 La grande jambe 6 est la jambe principale du raidisseur. La petite jambe 7 est le stabilisateur du raidisseur.

Chaque jambe comporte plusieurs secteurs. La petite jambe 7 comporte un premier secteur 71 situé dans la zone de jonction 8 des deux jambes. Elle comporte un deuxième 72 formant un angle obtus avec le premier secteur 71. Elle comporte un troisième secteur 73, appelé semelle,
10 et dont le rôle est de permettre la liaison entre le raidisseur et l'élément à raidir. Cependant, localement, ce troisième secteur peut être absent de la jambe du raidisseur, ceci afin d'en limiter sa masse.

La grande jambe 6 comporte un premier secteur 61, accolé au premier secteur 71 de la petite jambe 7. Le premier secteur de la grande
15 jambe 6 est de longueur supérieure à celui de la petite jambe 7 et constitue une surface d'appui 61 pour reprendre d'éventuelles autres structures (traverses, ...). Ce secteur 61 de la grande jambe 6 constitue l'âme 12 du raidisseur. La grande jambe 6 comporte un deuxième secteur 62 formant un
20 angle obtus avec le premier secteur 61. La grande jambe 6 comporte aussi un troisième secteur 63 formant une semelle dont le rôle est de permettre la liaison entre la raidisseur et l'élément à raidir. Cependant, localement, ce troisième secteur peut-être absent de la jambe du raidisseur, ceci afin d'en limiter sa masse.

25 La petite jambe 7 est symétrique à la grande jambe 6 par rapport à un axe XX passant par la zone de jonction.

La grande jambe 6 comporte, de plus, un quatrième secteur 64 formant un angle sensiblement droit avec le premier secteur 61 de sorte que ledit quatrième secteur est plan. Ainsi, le quatrième secteur 64, aussi nommé
30 tête, contribue à augmenter l'inertie du raidisseur. A cette fin, ce quatrième secteur 64 peut avoir une épaisseur supérieure à celle des autres secteurs de la grande jambe 6.

A titre d'exemple, un raidisseur de section λ peut avoir une hauteur totale de 110 millimètres avec des jambes d'une épaisseur de 2,6 mm,
35 excepté le quatrième secteur 64 de la grande jambe qui a une épaisseur de

5 mm. La zone de jonction des deux jambes a alors une surépaisseur de 5,2 mm. Cette zone de jonction 8 peut avoir, par exemple, une longueur de 24 mm.

Un raidisseur en λ a une stabilité aussi performante qu'un raidisseur en Ω lorsqu'on considère les zones où il est en contact avec l'élément à raidir, c'est à dire les zones où ses jambes comportent leurs troisièmes secteurs 63 ou 73. En effet, dans ces zones, le raidisseur associé à l'élément à raidir permet d'obtenir une section fermée.. Du fait de sa stabilité, un tel raidisseur en λ , peut subir un chargement en tension, en compression et en cisaillement, tout en assurant une reprise d'éléments.

Dans la configuration représentée sur la figure 4, les secteurs de la grande jambe 6 forment sensiblement un Z. On dit que la grande jambe a une section en Z. Les secteurs de la petite jambe forment sensiblement un L retourné. On dit que la petite jambe a une section en L.

Dans la configuration représentée sur la figure 5, les secteurs de la grande jambe 6 forment sensiblement un C. On dit que la grande jambe a une section en C. Les secteurs de la petite jambe forment sensiblement un L retourné. On dit que la petite jambe a une section en L.

La différence entre les deux configurations réside dans l'orientation du secteur 64 : côté grande jambe 6 ou côté petite jambe 7. Le choix de la configuration du raidisseur en λ dépend de la forme et de l'orientation de l'élément à rapporter sur la surface d'appui 61 du raidisseur.

Quelle que soit la configuration du raidisseur en λ selon l'invention, les deux jambes du raidisseur sont réalisées dans un même matériau. Ce matériau peut être du métal. Ce matériau peut aussi être un matériau composite qui présente l'avantage que les deux jambes du lambda peuvent être intégrées l'une à l'autre lors de la fabrication du raidisseur. Il n'y a alors aucune application mécanique nécessaire pour joindre les deux jambes du raidisseur. Par exemple, la grande jambe et la petite jambe du λ peuvent être co-injectées ou bien co-cuites, etc. Dans ce cas, après un dimensionnement approprié du raidisseur, il n'y a aucun risque de séparation des deux jambes sous l'effet des forces appliquées à l'élément structurel.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les deux jambes du raidisseur sont réalisées à partir de deux préformes sèches qui sont moulées toutes deux en même temps dans un même moule, par exemple

selon un procédé RTM (Moulage par transfert de résine). Ainsi, le fait de co-injecter les deux jambes du raidisseur permet d'obtenir une pénétration entre les deux jambes au niveau de la zone de jonction. Le raidisseur de l'invention peut être réalisé à partir de tissus de fibres, c'est-à-dire des fibres tissées
5 selon une trame et une chaîne, ou de nappes de fibres, c'est-à-dire des fibres suivant une seule direction. Le choix du type de fibres dépend des forces que doit supporter le raidisseur.

Sur les figures 6A et 6B, on a représenté un raidisseur en λ selon la configuration de la figure 5 en zone de reprise sur l'élément à raidir (avec semelle figure 6A) et hors zone de reprise avec l'élément à raidir (sans semelle figure 6B). Ces figures 6A et 6B montrent le centre de gravité du
10 raidisseur, pour chaque zone dudit raidisseur. On remarque que, quel que soit la zone, le centre de gravité n'est jamais localisé sur le raidisseur mais en est extrêmement proche. Dans le cas de la figure 6A, le centre de gravité
15 G1 est juste à côté de la grande jambe 6 du raidisseur, en dehors du raidisseur. Dans le cas de la figure 6B, le centre de gravité G2 est complètement extérieur au raidisseur. La proximité du centre de gravité du raidisseur avec son âme est une caractéristique du raidisseur qui contribue à lui donner son caractère auto-stabilisant.

Sur la figure 7, on a représenté un exemple de cadre de fuselage d'aéronef modélisé selon le raidisseur de l'invention, ceci permettant d'assurer la reprise d'éléments de la structure plancher (ici une traverse) tout en ayant un cadre stable. En aéronautique, il est complexe de construire un
20 cadre, de section ronde ou ovale, d'une seule pièce. On construit donc, généralement, un cadre à partir de plusieurs secteurs éclissés les uns à la suite des autres. Ces secteurs sont des exemples d'éléments structurels qui peuvent être envisagés en tant que raidisseurs selon l'invention. Dans
25 l'exemple de la figure 7, on construit un cadre 9 de 360° selon le raidisseur de l'invention, ceci permettant l'accroche sur ce cadre 9 d'une traverse de plancher 10 dans deux zones de jonction 11.

La liaison entre cadre selon l'invention et traverse de la figure 7 est représentée plus en détail sur les figures 8A et 8B. Comme expliqué précédemment, le cadre 9 a une section en forme de λ . Il comporte donc, sur toute sa longueur, plusieurs petites jambes 7 et plusieurs grandes jambes 6,
35 comme montré sur les figures 8A et 8B. Dans l'exemple montré sur les

figures 8A et 8B, la traverse de plancher 10 est en appui contre la grande
jambe 6 du raidisseur. Dans ce cas, le raidisseur est du type montré sur la
figure 4, c'est-à-dire qu'il a une grande jambe 6 en forme de Z. Ce type de
raidisseur, dans l'exemple des figures 8A et 8B, permet une reprise de la
5 traverse plancher plus facile du fait de l'orientation de la tête 64 du
raidisseur. La surface d'appui 61 de la grande jambe 6 permet de recevoir un
ou plusieurs autres éléments.

Dans l'exemple des figures 8A et 8B, le cadre vient se reprendre
directement sur les semelles de lisses. On dit que le cadre est semi-flottant.
10 Dans d'autres configurations, le cadre peut être non-flottant (reprise directe
du cadre sur la peau du fuselage et éventuellement aussi sur les semelles de
lisses) ou flottant (pas de reprise directe du cadre sur la peau raidie, la
liaison entre peau et cadre se faisant par l'intermédiaire de clips),

REVENDICATIONS

1. Raidisseur pour une structure soumise à des contraintes de tension et/ou de compression et/ou de cisaillement, le raidisseur ayant une section en forme de Λ comprenant:

une zone de contact configurée pour connecter le raidisseur à la structure, la zone de contact comprenant une première surface et une seconde surface espacée de la première surface, les deux surfaces étant situées dans un même plan, les première et seconde surfaces de la zone de contact ayant respectivement une première et une seconde jambe s'étendant à partir de celles-ci, les jambes se rejoignant en une zone de jonction pour former une surépaisseur, la première jambe étant une longue jambe et la seconde jambe étant une courte jambe plus courte que la longue jambe, et les jambes et le plan dans lequel les première et seconde surfaces se trouvent définissant une section fermée; et

une âme s'étendant perpendiculairement au plan dans lequel la zone de contact se trouve, pour conférer au raidisseur une surface d'appui pour monter un élément, l'âme étant formée par l'une des deux jambes.

2. Raidisseur selon la revendication 1, comprenant un matériau composite.

3. Raidisseur selon la revendication 1, dans lequel l'âme est formée par une partie de la longue jambe.

4. Raidisseur selon la revendication 1, dans lequel la courte jambe est symétrique à une portion correspondante de la longue jambe par rapport à un axe passant par la zone de jonction.

5. Raidisseur selon la revendication 1, dans lequel chaque jambe comporte une semelle de stabilisation formant une portion de la zone de contact.
6. Raidisseur selon la revendication 5, dans lequel la longue jambe comporte une tête formée à une extrémité opposée à la semelle de stabilisation assurant une inertie.
7. Raidisseur selon la revendication 1, dans lequel la longue jambe a une section en C.
8. Raidisseur selon la revendication 1, dans lequel la longue jambe a une section en Z.
9. Raidisseur selon la revendication 1, dans lequel la courte jambe a une section en L.
10. Structure d'aéronef, comprenant au moins un raidisseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.
11. Aéronef comportant au moins un raidisseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

Fig. 1
ART ANTÉRIEUR

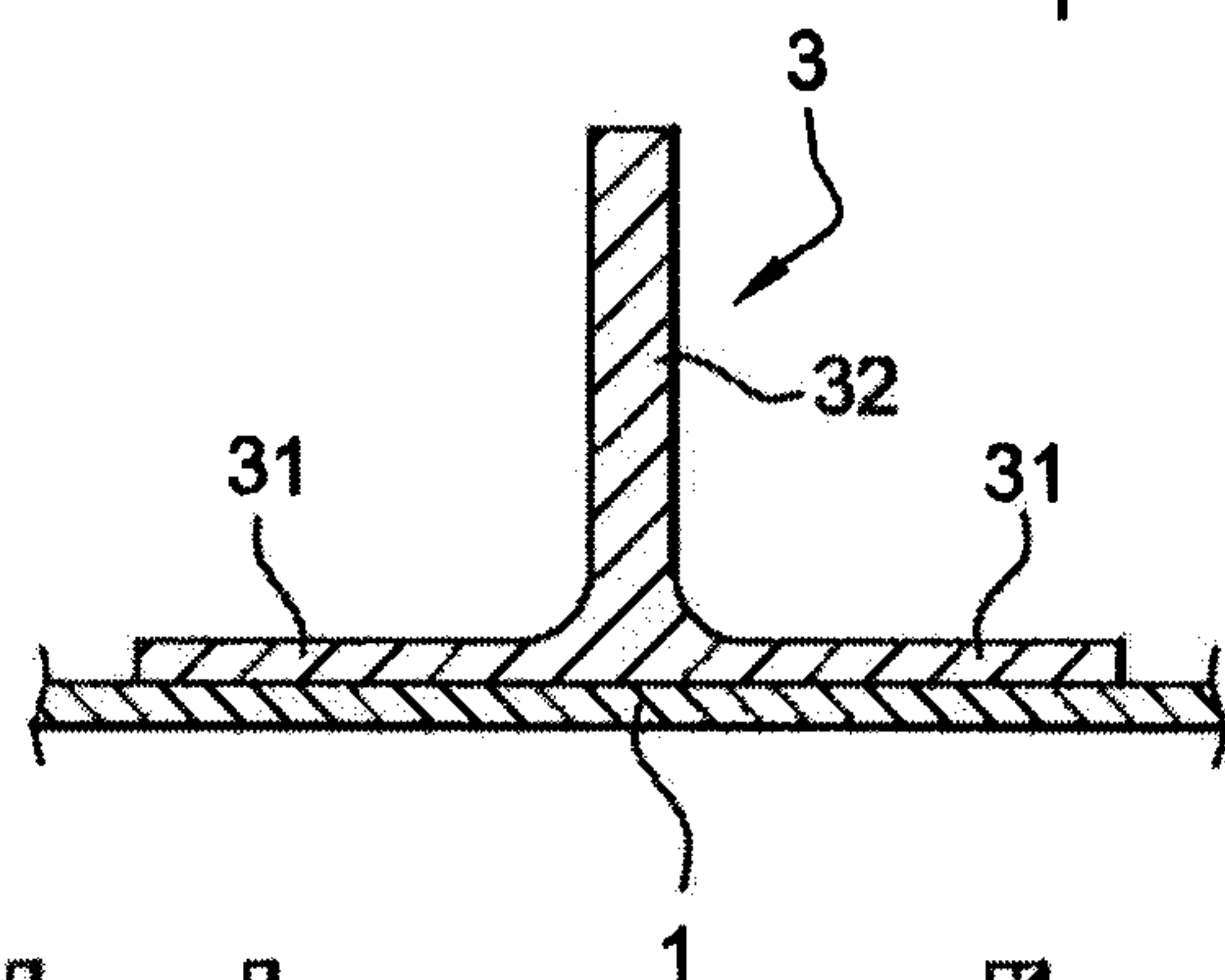
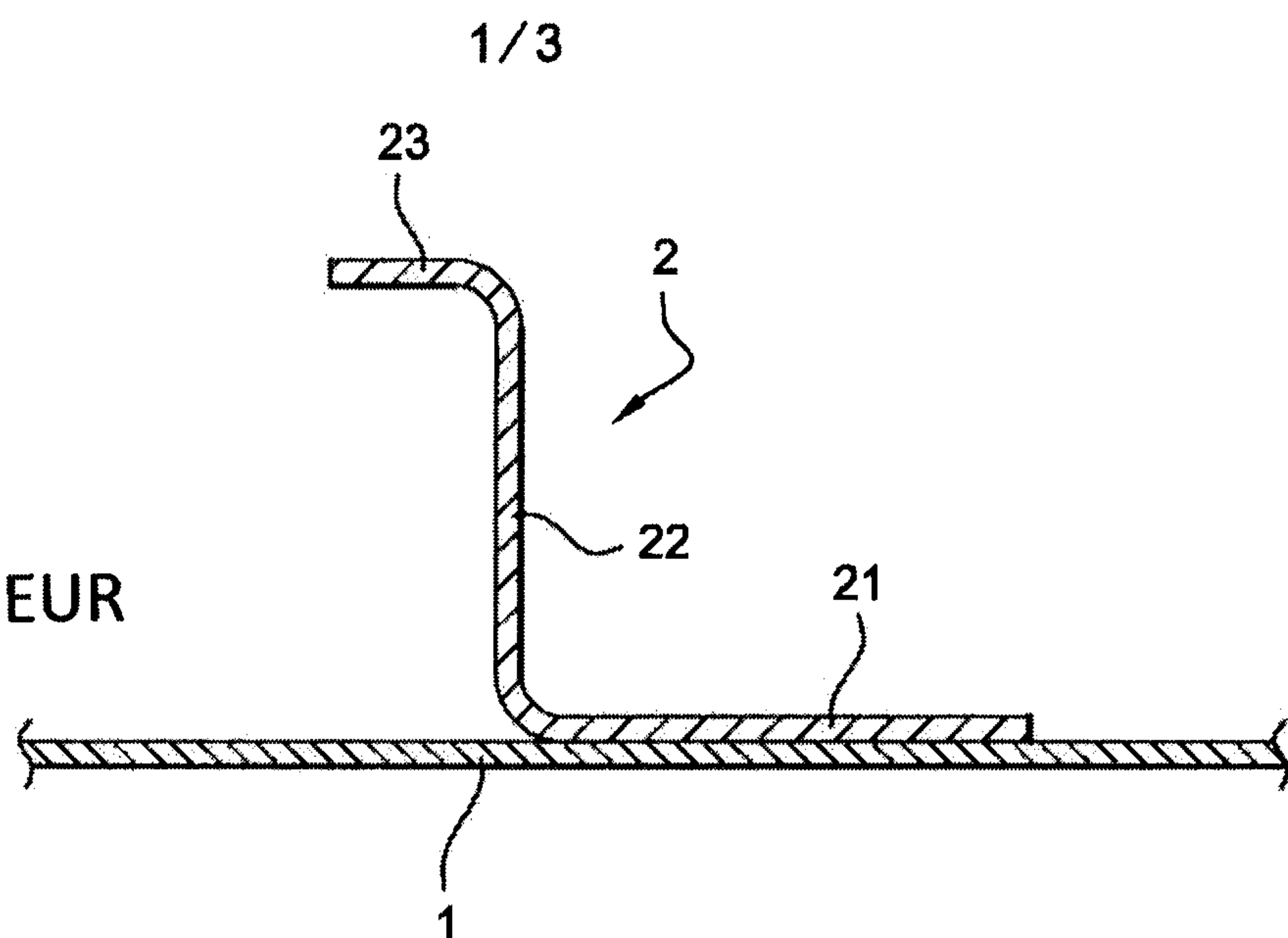


Fig. 2A
ART ANTÉRIEUR

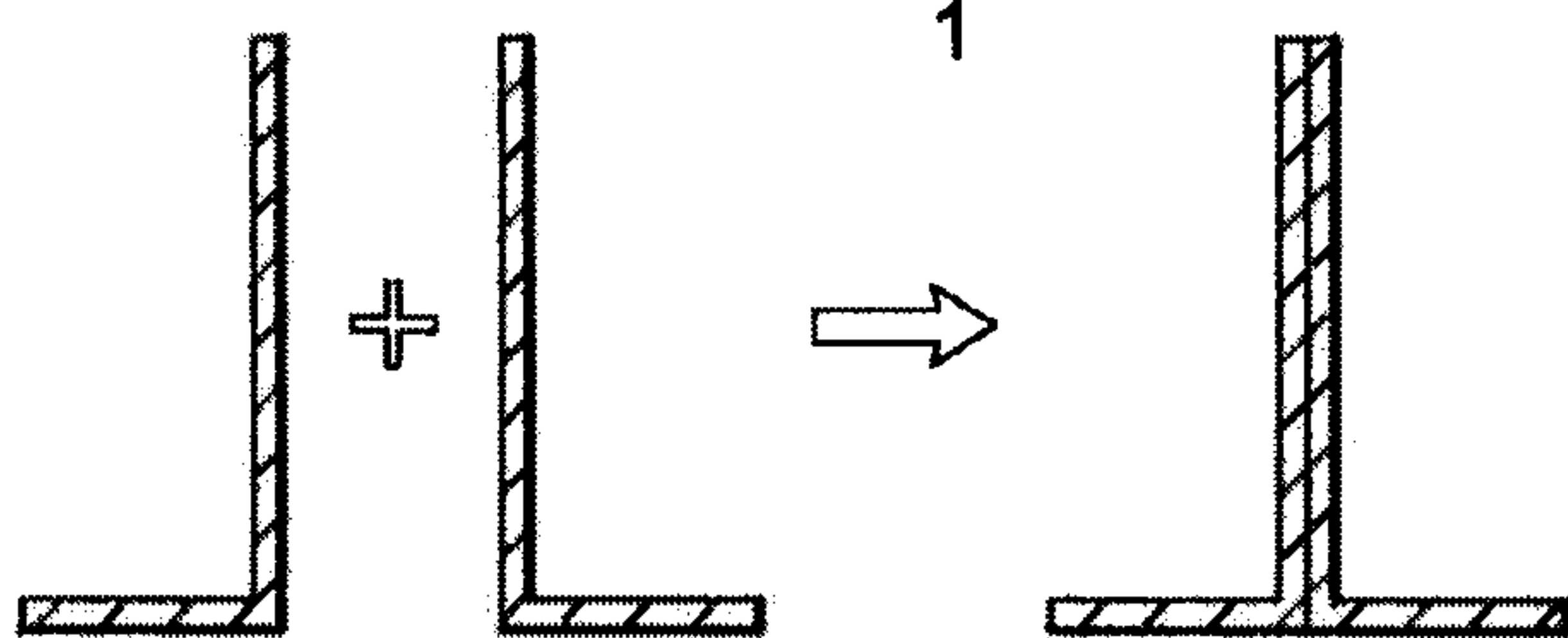
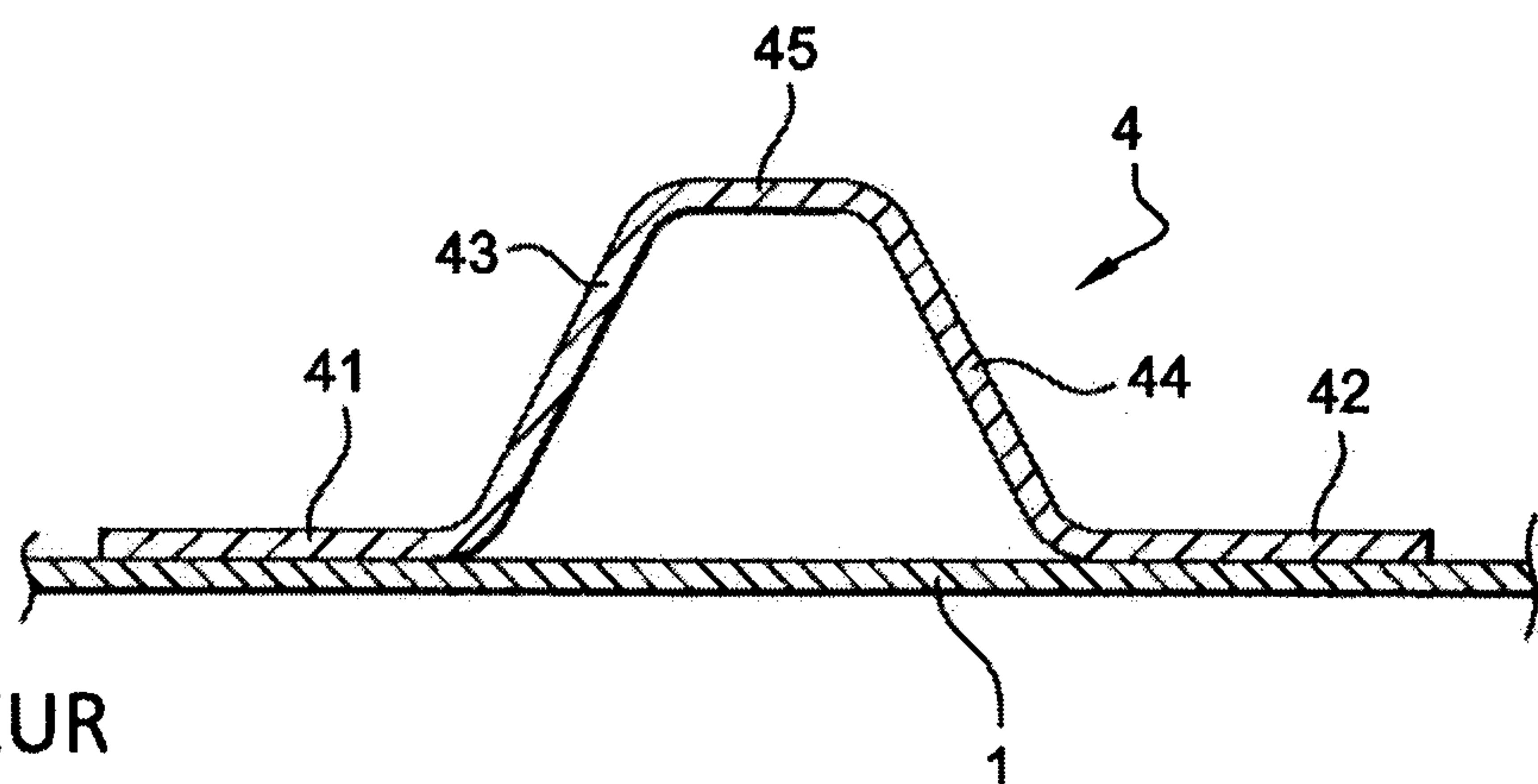


Fig. 2B
ART ANTÉRIEUR

Fig. 3
ART ANTÉRIEUR



2 / 3

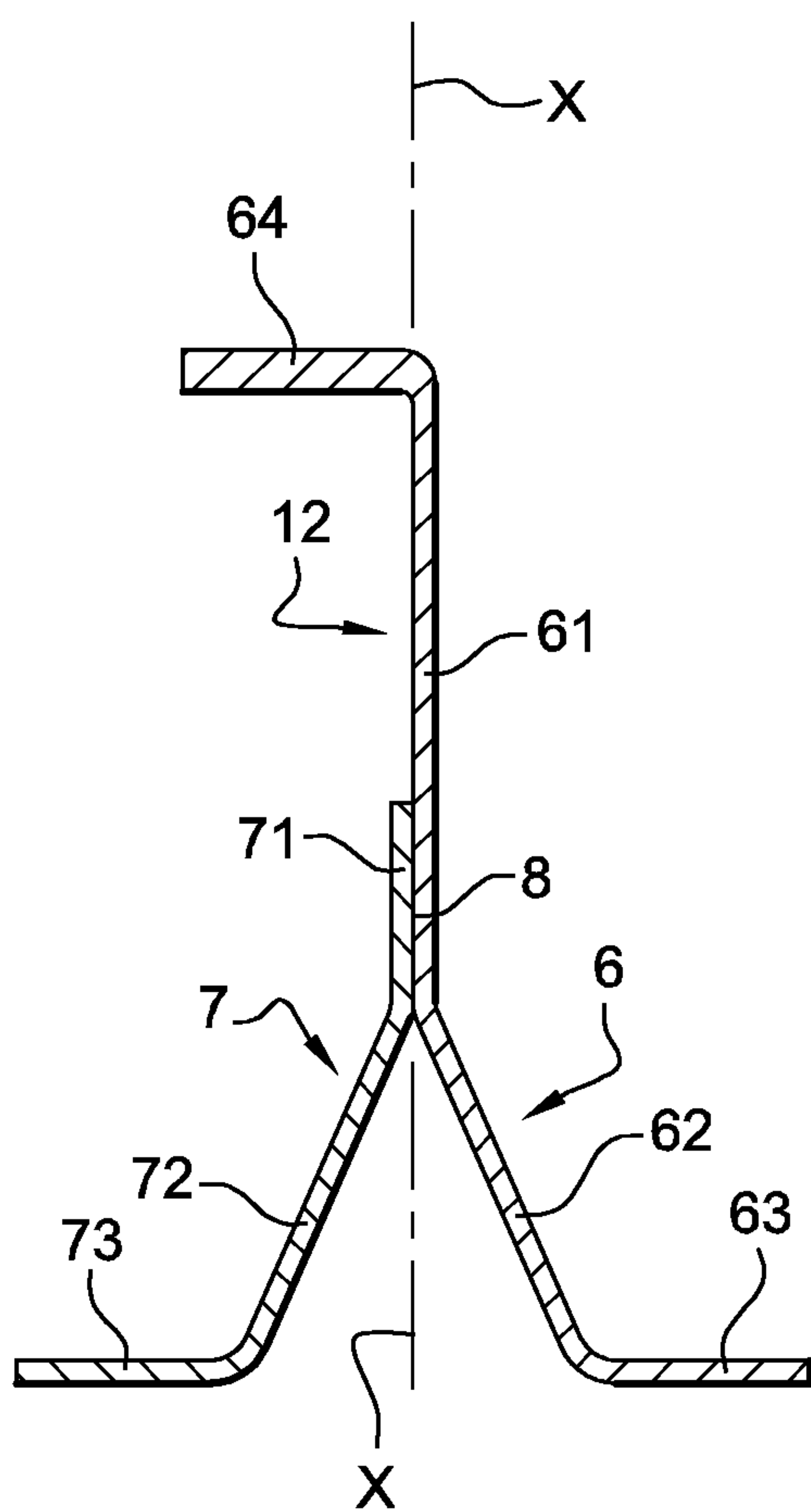
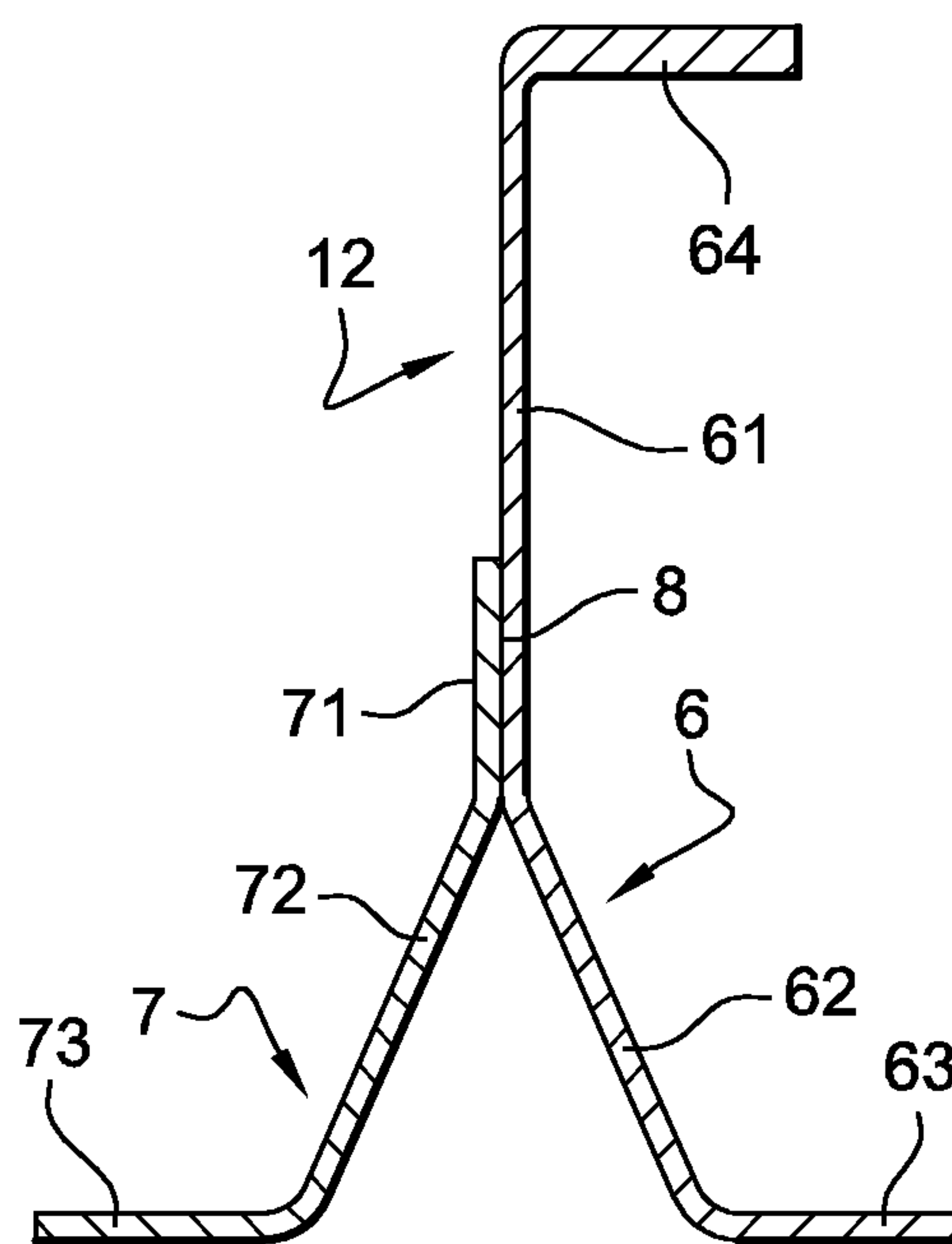
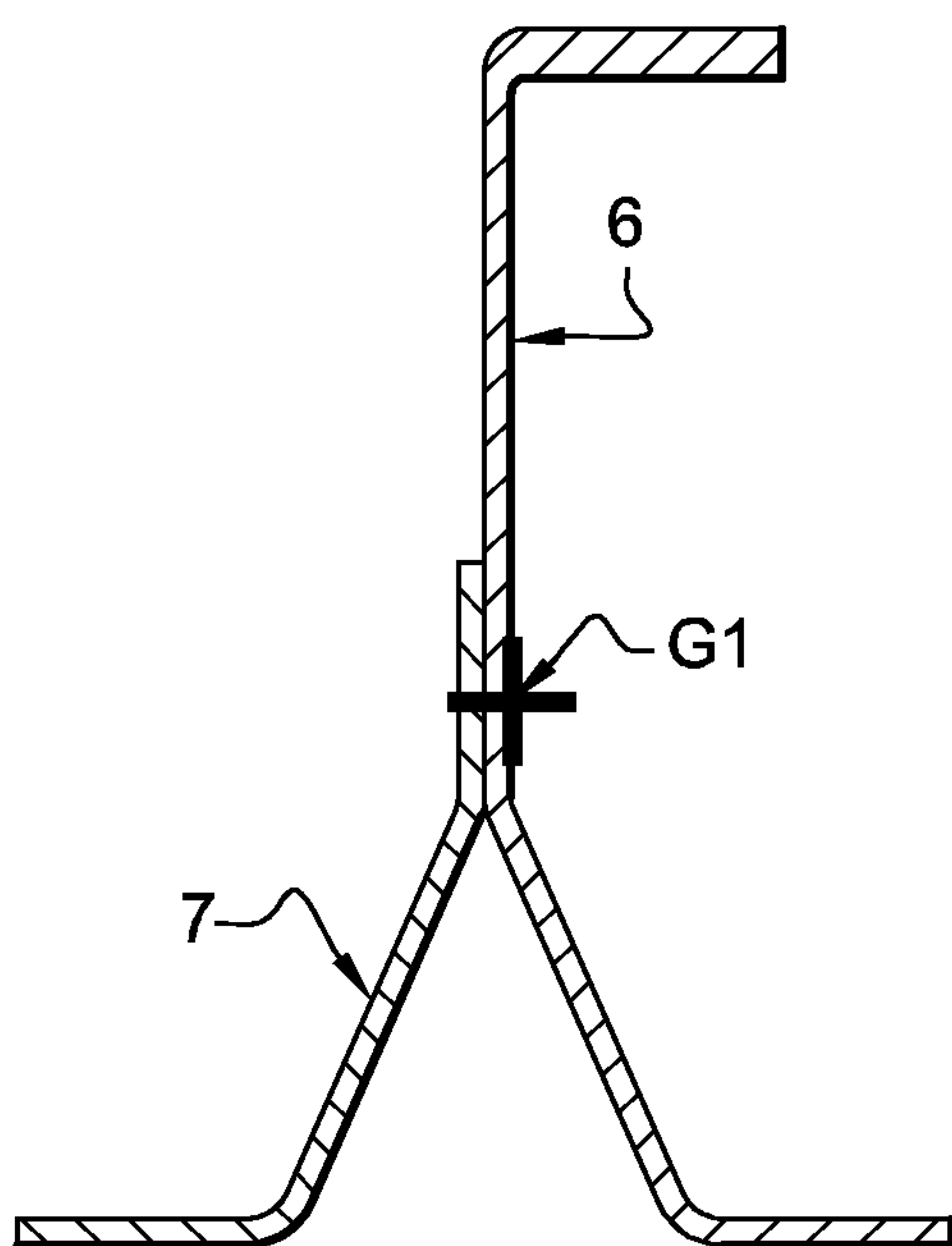
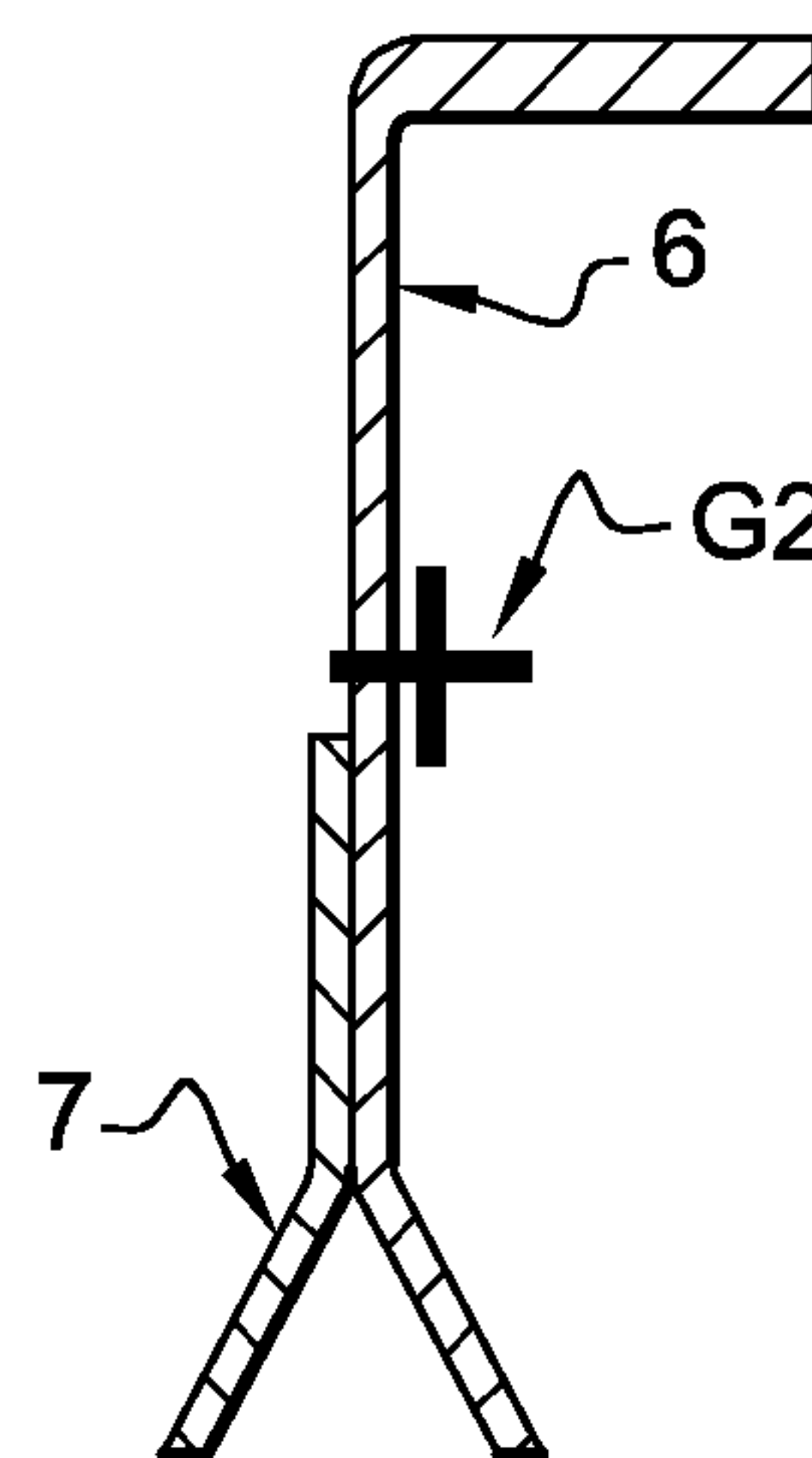
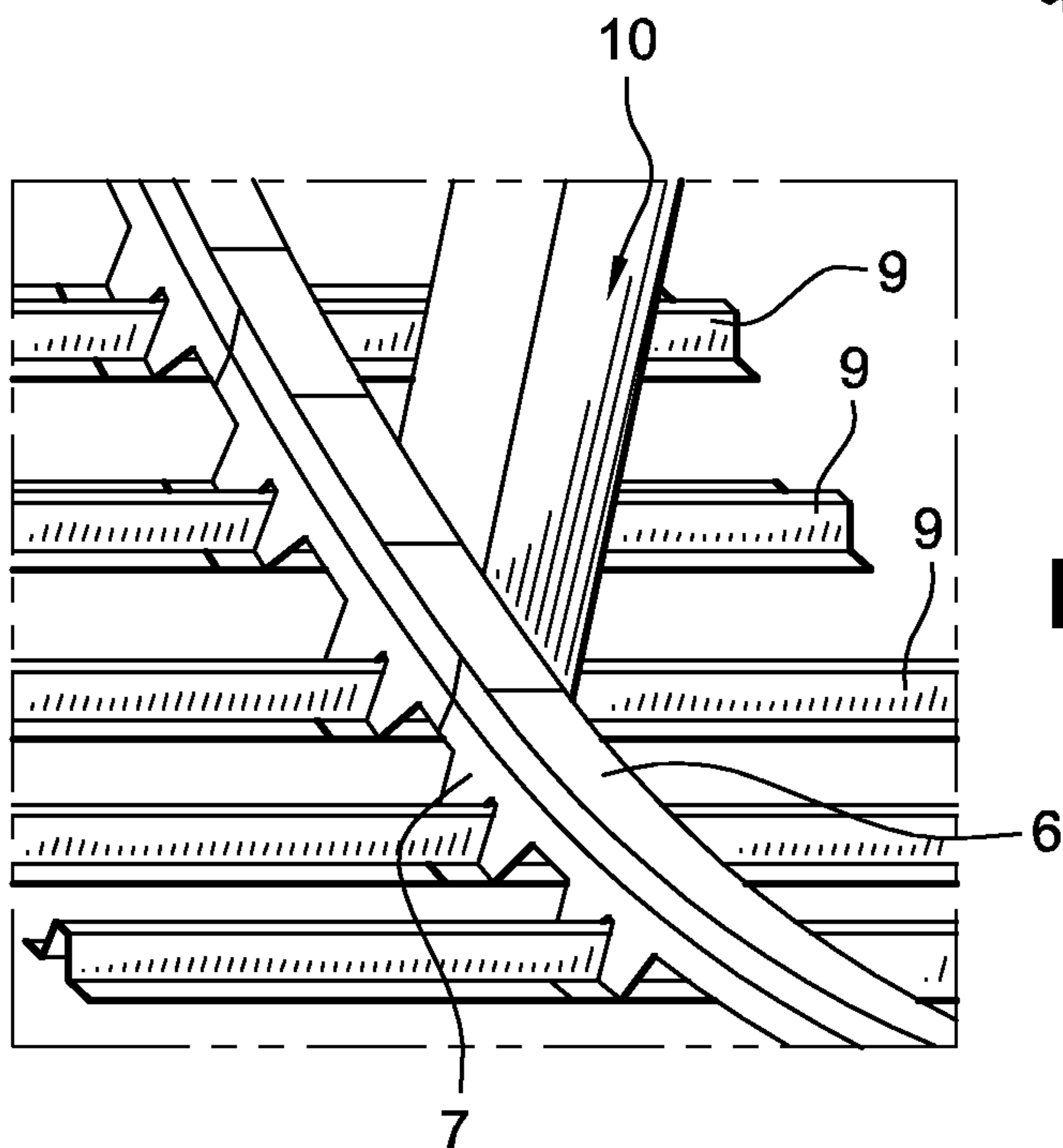
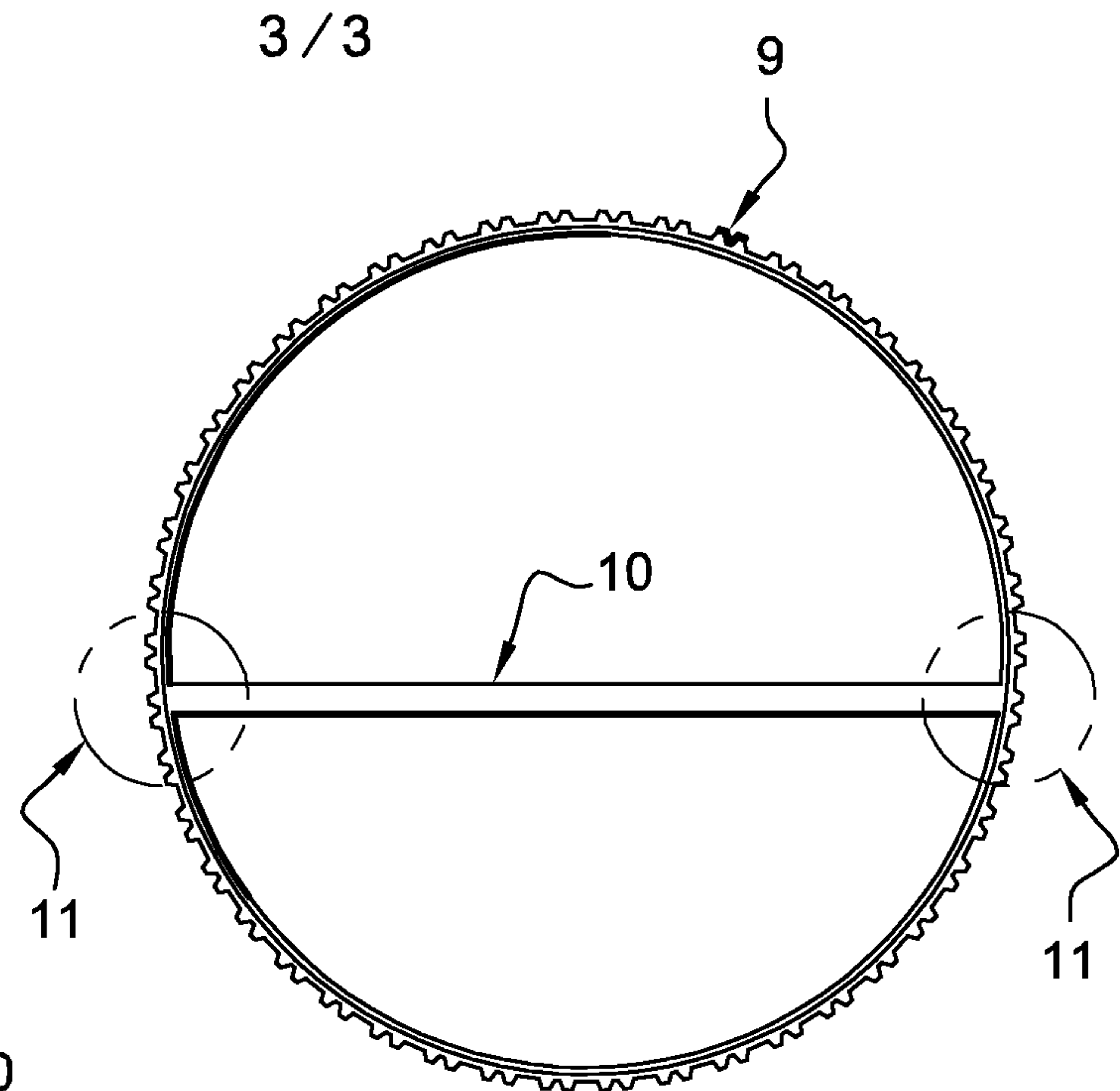
**Fig. 4****Fig. 5****Fig. 6A****Fig. 6B**

Fig. 7**Fig. 8A****Fig. 8B**