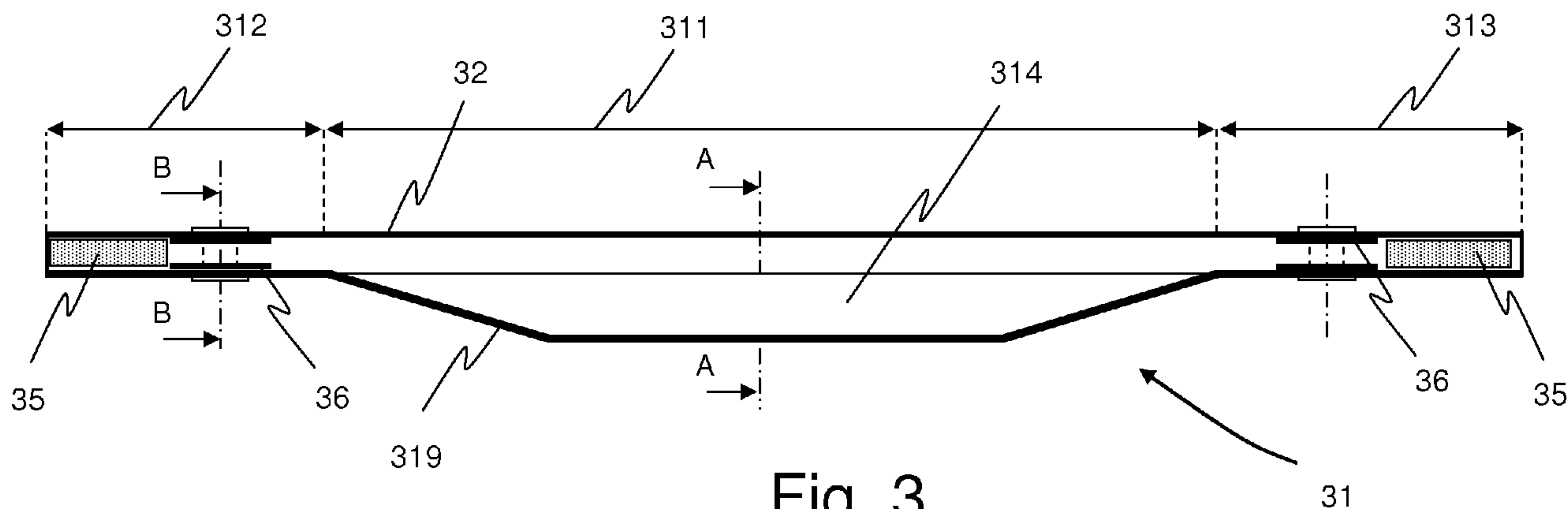




(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2014/07/29  
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2015/02/05  
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2016/01/29  
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** EP 2014/066236  
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2015/014819  
 (30) **Priorité/Priority:** 2013/08/02 (FR1357688)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. B61F 1/00** (2006.01)  
 (71) **Demandeur/Applicant:**  
 AIRBUS DEFENSE AND SPACE SAS, FR  
 (72) **Inventeurs/Inventors:**  
 VALVERDE, JACQUES, FR;  
 FUCHS, JEAN-FRANCOIS, FR;  
 AUBERON, MARCEL, FR  
 (74) **Agent:** BCF LLP

(54) **Titre : STRUCTURE EN MATERIAUX COMPOSITES POUR CHASSIS DE WAGON**  
 (54) **Title: STRUCTURE MADE FROM COMPOSITE MATERIALS FOR A CARRIAGE CHASSIS**



**Fig. 3**

(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention a pour objet une structure en matériaux composites, pour châssis de véhicule, ladite structure étant configurée pour accueillir un train roulant à chacune de ses extrémités. Cette structure comporte au moins une poutre centrale (31) qui comporte un caisson médian (314) présentant une partie centrale (311) et deux extrémités (312, 313) à la structure renforcée, la partie centrale comporte elle-même une partie renforcée augmentant la résistance de la poutre (11) aux efforts de flexion imposés par la charge transportée. Le caisson médian (314) est renforcé par deux caissons latéraux (315, 316) s'étendant sur toute la longueur du caisson médian (314), assemblés au dit caisson médian, dont les faces supérieures forment avec la face supérieure du caisson médian la face supérieur de la poutre. La structure comporte aussi un plancher (32) qui recouvre les faces supérieures du caisson médian (314) et des caissons latéraux (315, 316). Les éléments constituant la structure présentent des formes avantageusement simples, faciles à réaliser à partir de matériaux composites et faciles à assembler.

## (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  
5 février 2015 (05.02.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2015/014819 A1**(51) Classification internationale des brevets :  
B61F 1/00 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2014/066236(22) Date de dépôt international :  
29 juillet 2014 (29.07.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1357688 2 août 2013 (02.08.2013) FR

(71) Déposant : ASTRIUM SAS [FR/FR]; 12 rue Pasteur, F-92150 Suresnes (FR).

(72) Inventeurs : VALVERDE, Jacques; 7 rue de Périgueux, F-33700 Mérignac (FR). FUCHS, Jean-François; 211 allée des Cailles, F-33480 Sainte-Hélène (FR). AUBERON, Marcel; 14 allée du Pasten, F-33185 Le Haillan (FR).

(74) Mandataire : MAUPIER, Didier; Schmit Chrétien, 111, Cours du Médoc, CS40 009, F-33070 Bordeaux Cedex (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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : STRUCTURE MADE FROM COMPOSITE MATERIALS FOR A CARRIAGE CHASSIS

(54) Titre : STRUCTURE EN MATÉRIAUX COMPOSITES POUR CHÂSSIS DE WAGON

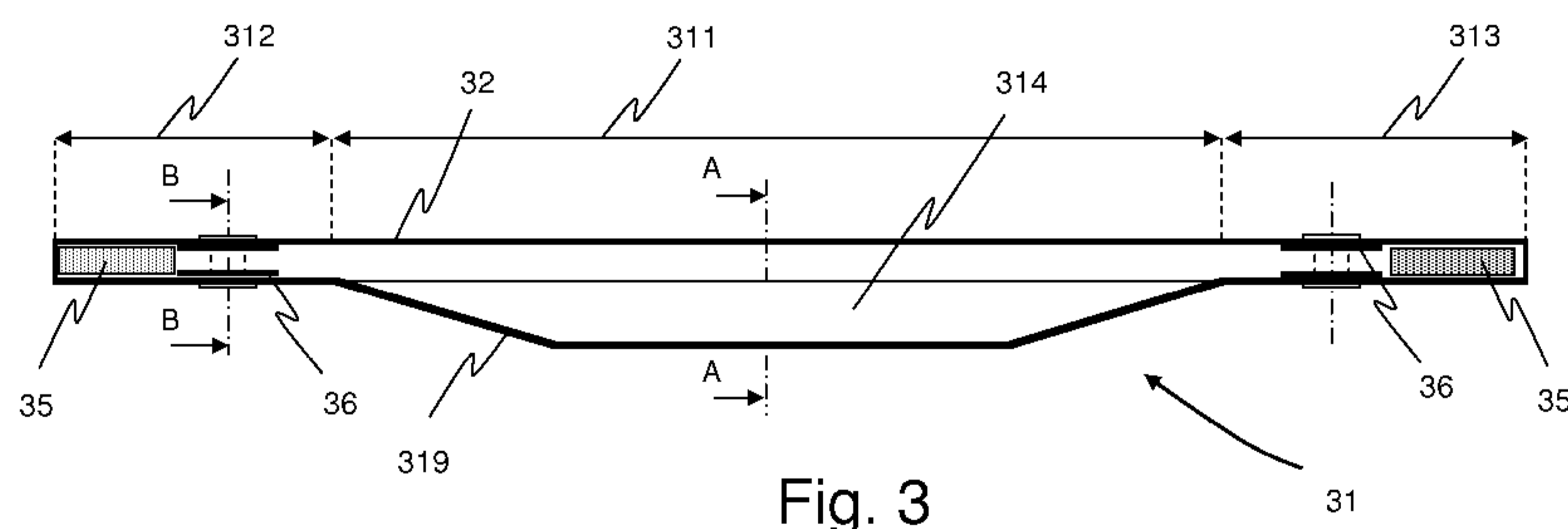


Fig. 3

(57) Abstract : The invention relates to a structure made from composite materials for a vehicle chassis, said structure being configured to receive an undercarriage at each of its ends. This structure comprises at least one central beam (31) that comprises a median box (314) having a central part (311) and two ends (312, 313) with a reinforced structure, and the central part in turn comprises a reinforced part increasing the strength of the beam (11) with respect to the bending stresses imposed by the transported load. The median box (314) is reinforced by two lateral boxes (315, 316) extending over the entire length of the median box (314), assembled to said median box, the upper faces of which, together with the upper face of the median box, form the upper face of the beam. The structure also comprises a floor (32) that covers the upper faces of the median box (314) and the side boxes (315, 316). The elements making up the structure have shapes that are advantageously simple, easy to make from composite materials and easy to assemble.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet une structure en matériaux composites, pour châssis de véhicule, ladite structure étant configurée pour accueillir un train roulant à chacune de ses extrémités. Cette structure comporte au moins une poutre centrale (31) qui comporte un caisson médian (314) présentant une partie centrale (311) et deux extrémités (312, 313) à la structure renforcée, la partie centrale comporte elle-même une

[Suite sur la page suivante]

**WO 2015/014819 A1** 

---

partie renforcée augmentant la résistance de la poutre (11) aux efforts de flexion imposés par la charge transportée. Le caisson médian (314) est renforcé par deux caissons latéraux (315, 316) s'étendant sur toute la longueur du caisson médian (314), assemblés au dit caisson médian, dont les faces supérieures forment avec la face supérieure du caisson médian la face supérieure de la poutre. La structure comporte aussi un plancher (32) qui recouvre les faces supérieures du caisson médian (314) et des caissons latéraux (315, 316). Les éléments constituant la structure présentent des formes avantageusement simples, faciles à réaliser à partir de matériaux composites et faciles à assembler.

## Structure en matériaux composites pour châssis de wagon

### *DOMAINE DE L'INVENTION*

L'invention se rapporte au domaine général des structures de matériels roulants. L'invention porte plus particulièrement sur une conception  
5 de poutre composite destinée à alléger, par utilisation de matériaux composites, la structure d'un véhicule de transport ferroviaire (wagon), de transport de fret ferroviaire notamment.

### *CONTEXTE DE L'INVENTION - ART ANTERIEUR*

10

Le secteur de la construction des wagons, comme c'est le cas dans tous les domaines du transport, cherche à diminuer la masse des structures formant le véhicule afin d'augmenter la charge utile et/ou de réduire les coûts de transport en maîtrisant à la fois et les coûts de production des véhicules  
15 ainsi que leurs consommations d'énergie.

A ce jour les wagons sont exclusivement formés de structures métalliques, généralement en acier et parfois en aluminium.

Il est cependant naturel, en ce qui concerne les transports,  
20 d'envisager des réalisations plus légères, utilisant en particulier des matériaux composites. Mais il est également connu qu'on ne peut pas remplacer, par simple substitution de matériau, une structure en métal pour une structure de forme identique en matériau composite. Il est généralement nécessaire de reconcevoir entièrement les structures pour exploiter toutes  
25 les caractéristiques techniques et propriétés propres aux matériaux composites.

La nécessité de reconcevoir ces structures dans le cadre de l'emploi de matériaux composites tient notamment aux particularités décrites ci-  
30 après.

Une première particularité à considérer est le caractère anisotrope des matériaux composites, caractère dont il résulte que leurs propriétés, leur propriétés mécaniques en particulier, ne sont pas identiques dans toutes les

## 2

directions, du fait de la présence des fibres de renfort composant le matériau. Une telle particularité impose de définir une architecture de matériau adaptée à chaque application.

Une autre particularité à considérer est la variété des procédés de fabrication employés (moulage, infusion sous vide, RTM (Resin Transfer Moulding), drapage, ....) ainsi que les techniques d'assemblage, utilisées pour assembler des éléments en matériaux composites, sont généralement propres à ces matériaux. Contrairement à ce qui se passe avec des métaux, il est en effet peu envisageable, par exemple, de souder des matériaux composites thermodurcissables, mais il est tout à fait approprié d'assembler de tels matériaux par collage, ce qui est exactement à l'opposé de ce qu'il est possible de réaliser avec des métaux.

Une autre particularité encore réside dans les spécificités des différentes variantes de matériaux composites disponibles, en particulier en ce qui concerne la nature des fibres utilisées, fibres minérales (fibres de verre, de carbone, etc...) ou bien organiques, nature qui confère aux composites correspondants des propriétés, des comportements, ainsi que des coûts différents. Ainsi, les matériaux composites à base de fibres de verre sont les moins coûteux, tandis que les composites à fibres de carbone apparaissent les plus chers.

Du fait de ces particularités, l'utilisation de structures en matériaux composites pour réaliser des matériels roulants capable de transporter des charges importantes, est à ce jour peu ou pas développée, en particulier en ce qui concerne la fabrication de wagons de marchandises notamment.

On rappelle ici que les matériaux composites considérés sont les matériaux composites dits "structuraux" qui sont des matériaux à base de fibres longues et continues qui représentent environ 50% du matériau, les autres 50% environ étant constitués par une matrice, en général en résine thermodurcissable, de type époxy (EP), diallylphtalate (DAP), polyester ou vinylester par exemple et, plus rarement, en résine thermoplastique, de type polyamide, PEEK ou PEI par exemple.

## 3

*PRESENTATION DE L'INVENTION*

Un but de l'invention est de proposer une structure particulière en matériau composite pouvant être utilisée pour fabriquer des véhicules tels que ceux évoqués précédemment. En particulier, un but de l'invention est de définir une structure de plateforme de wagon, dont les caractéristiques de forme sont optimisées pour permettre sa fabrication en matériaux composites.

Le but final est ici de diminuer significativement la masse de la structure d'un wagon, tout en optimisant les coûts de fabrication pour des performances de robustesse égales ou supérieures aux performances des structures actuelles.

A cet effet l'invention a pour objet une structure en matériau composite, notamment pour châssis de véhicule de transport de marchandises ou de passagers, ladite structure étant configurée pour accueillir un train roulant ou un bogie à chacune de ses extrémités, ladite structure comportant au moins une poutre centrale formant un plateau sur lequel repose la charge du véhicule. Selon l'invention, ladite poutre comporte:

- un caisson médian présentant une partie centrale et deux extrémités, lesdites extrémités présentant des renforts pour supporter les contraintes transmises au châssis par les éléments d'articulation des trains roulants et par les éléments d'absorption de chocs, disposés aux extrémités du véhicule, la partie centrale du caisson médian étant configurée de façon à présenter une partie renforcée augmentant la résistance de la poutre aux efforts de flexion imposés par la charge transportée;

- deux caissons latéraux s'étendant sur toute la longueur du caisson médian, assemblés au dit caisson médian, et dont les faces supérieures forment, avec la face supérieure du caisson médian, la face supérieure de la poutre. Lesdits caissons latéraux sont configurés de façon à renforcer la résistance de la poutre aux efforts de flexion longitudinale et transverse qui lui sont imposés;

## 4

- un plancher de recouvrement formant une peau, configuré de façon à recouvrir les faces supérieures du caisson médian et des caissons latéraux.

5 Selon l'invention, les différents éléments constituant la poutre sont réalisés en matériaux composites à renforts en fibres de verre ou en fibres de carbone ou en un mélange de fibres de verre et de fibres de carbone.

10 Selon diverses dispositions pouvant être considérées seules ou en combinaison la structure selon l'invention présente diverses caractéristiques complémentaires. Ainsi:

15 Selon une caractéristique particulière, le caisson médian étant constitué d'un demi-caisson supérieur s'étendant sur toute la longueur de la poutre et d'un demi-caisson inférieur disposé en partie centrale, les deux demi-caissons comportant chacun un fond et deux parois latérales. Le demi-caisson supérieur et le demi-caisson inférieur sont agencés l'un par rapport à l'autre de telle façon que le fond du demi-caisson supérieur forme la face supérieure du caisson médian et que le fond du demi-caisson inférieur forme la face inférieure dudit caisson. Le fond du demi-caisson inférieur se prolonge par ailleurs à l'extérieur de celui-ci vers les extrémités de la poutre.

20 Selon une autre caractéristique particulière, une cloison intermédiaire en matériau composite est placée entre le demi-caisson supérieur et le demi-caisson inférieur, de façon à renforcer la rigidité du caisson médian ainsi que la résistance au flambage des parois latérales du demi-caisson supérieur et des parois latérales du demi-caisson inférieur.

25 Selon une autre caractéristique particulière, le plancher de recouvrement est constitué d'un élément principal (61) en forme de plaque, en matériau composite monolithique à renfort en fibres de verre, comportant dans sa partie médiane un élément de renfort (62) en matériau composite dimensionné de façon à couvrir la face supérieur du caisson médian (314).

30 Selon une autre caractéristique particulière, le fond du demi-caisson supérieur, le fond du demi-caisson inférieur ainsi que d'un élément de renfort médian de l'élément principal de la peau disposée sur la face supérieure de la structure sont réalisés en matériau composite monolithique à renfort

## 5

constitué principalement de fibres unidirectionnelles, lesdites fibres étant préférentiellement des fibres de carbone.

Selon une autre caractéristique particulière, la structure selon l'invention comporte en outre des renforts latéraux en matériau composite  
5 disposés de part et d'autre de la poutre et agencés de façon à assurer la reprises des efforts appliqués sur les parties latérales de la structure par la charge transportée. Chaque renfort est solidaire d'un caisson latéral par une de ses extrémités et du caisson médian par son autre extrémité.

Selon une autre caractéristique particulière, les éléments formant la  
10 poutre sont constitués de faces planes en matériau composite.

Selon une autre caractéristique particulière, le demi-caisson supérieur comporte un fond constitué d'une plaque de matériau composite monolithique et des parois latérales à structure en sandwich constituée de deux peaux minces en matériau composite à renfort en fibres de verre et  
15 d'une âme constituée par un élément soit en mousse de matériau polymère, soit en un matériau à structure en nid d'abeille, ou soit en un bois de type balsa.

Selon une autre caractéristique particulière, le demi-caisson inférieur comporte un fond constitué d'une plaque de matériau composite  
20 monolithique et des parois latérales à structure en sandwich constituée de deux peaux minces en matériau composite à renfort en fibres de verre et d'une âme constituée par un élément soit en mousse de matériau polymère, soit en un matériau à structure en nid d'abeille, ou soit en un bois de type balsa.

Selon une autre caractéristique particulière, les éléments de renfort  
25 latéraux présentent une structure en sandwich constituée de deux peaux minces en matériau composite à renfort en fibres de verre et d'une âme constituée par un élément en mousse de matériau polymère ou en un matériau à structure en nid d'abeille, ou encore en un bois de type balsa.

Selon une autre caractéristique particulière, les différents éléments de  
30 la structure selon l'invention comportent des rebords agencés de façon à permettre l'assemblage desdits éléments par collage et/ou boulonnage et/ou

## 6

rivetage, deux éléments assemblés l'un à l'autre présentant des rebords agencés de façon à être placés en vis-à-vis au moment de l'assemblage.

*DESCRIPTION DES FIGURES*

5

Les caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux appréciés grâce à la description qui suit, description qui s'appuie sur les figures annexées qui présentent:

10

- les figures 1 et 2, des illustrations schématiques présentant la structure de principe du châssis selon l'invention en vue latérale et en coupe frontale au niveau de la partie médiane du châssis.

- la figure 3, une vue schématique latérale, en coupe, d'un exemple de réalisation de châssis selon l'invention;

15

- la figure 4, une vue schématique en coupe transversale du châssis de la figure 3, selon un plan passant dans la zone centrale de la structure;

- la figure 5, une vue schématique en coupe transversale du châssis de la figure 3, selon un plan passant au niveau d'une extrémité de la structure;

20

- la figure 6, une vue schématique en coupe transversale du plateau surmontant la structure du châssis selon l'invention, dans le mode de réalisation de la figure 3;

- la figure 7, une vue schématique en coupe transversale du demi-caisson supérieur constituant la poutre du châssis selon l'invention, dans le même mode de réalisation;

25

- la figure 8, une vue schématique en coupe transversale du demi-caisson inférieur constituant la poutre du châssis selon l'invention, dans le même mode de réalisation;

30

- la figure 9, une vue schématique en coupe transversale d'un caisson latéral constituant la poutre du châssis selon l'invention, dans le même mode de réalisation;

- la figure 10, une vue schématique en coupe transversale d'un panneau de renfort latéral pouvant être intégré à la poutre de la structure du châssis selon l'invention;

35

- la figure 11, une illustration schématique des différentes étapes de

l'assemblage de la structure selon l'invention.

#### *DESCRIPTION DETAILLEE*

5 Les figures schématiques 1 et 2 ont pour objet de présenter la structure de principe du châssis selon l'invention. Selon ce principe le châssis selon l'invention comporte principalement un plateau supérieur 11 destiné à supporter la charge transportée 13, présentant des renforts d'extrémités 111 et 112, ainsi qu'un caisson bas 12, ou renfort, situé sous la  
10 partie centrale du plateau 11 destiné à conférer à l'ensemble une rigidité accrue dans la partie centrale, en particulier en termes de flexion longitudinale et transverse.

Les renforts d'extrémités ont quant à eux pour fonction principale d'assurer la reprise des efforts imposés à la structure au niveau des axes  
15 d'articulation 113 et 114 du châssis avec les trains roulants du véhicule (bogies), ainsi que la reprise des efforts subis par le véhicule, le wagon, au niveau des pièces de liaisons, des absorbeurs de chocs ou tampons d'extrémités, etc...

Selon l'invention, les différents éléments structuraux du châssis sont  
20 réalisés en matériaux composites. La structure de chacun des éléments est par ailleurs définie de telle façon que les parties devant subir des contraintes dans le plan sont constituées par des voiles simples de matériau composite, à structure monolithique, comportant préférentiellement un renfort en fibres orientées longitudinalement, alors que les parties d'un élément devant subir  
25 des contraintes hors plan, des torsions par exemple, présentent une structure en sandwich formée de deux peaux en matériau composite séparées par un élément intercalaire, une âme, constitué d'un matériau de remplissage, de préférence le plus léger possible, une mousse de matériau polymère de type PS, PVC, PU, PET par exemple, ou encore du nida ou un  
30 bois de faible densité, de type balsa par exemple...

Selon les contraintes que doit supporter l'élément de structure considéré, les fibres constituant le renfort du matériau composite utilisé sont soit des fibres de verre, soit des fibres de carbone, qui se présentent soit sous forme de plis unidirectionnel (UD), soit sous forme de plis tissés (tissus)  
35 que l'on empile autant que de besoin. La structure de chaque panneau, c'est

## 8

à dire le choix de plis, de leur orientation dans le matériau, de leur empilement est réalisé grâce à des outils de simulation bien connus de l'homme du métier ; sachant que l'on recherche toujours une optimisation en termes de masse et de cout de production de la pièce que l'on conçoit.

5

La description qui suit présente un exemple de réalisation d'un châssis de wagon construit sur cette structure types. Cet exemple a pour objet de bien mettre en évidence les caractéristiques techniques particulières de l'invention. La portée de l'invention n'est bien entendu pas limitée au cadre  
10 de ce seul exemple.

Comme l'illustrent les figures 3 à 5, dans cet exemple de réalisation, le châssis de wagon selon l'invention se compose principalement d'une poutre 31 qui regroupe les fonctionnalités du plateau supérieur 11 ainsi que le  
15 caisson bas 12 de la structure de principe décrite précédemment, la poutre 31 étant recouverte d'une plaque de revêtement 32.

Le revêtement 32, ou peau, est un élément plan, de relativement faible épaisseur, réalisé en matériau composite, dont les dimensions sont définies  
20 de façon à ce qu'il recouvre l'ensemble de la surface de la structure (du châssis). Dans un mode de réalisation préféré la peau 32 est constituée par un premier élément plan 321 en matériau composite à renfort en fibres de verre présentant une partie médiane renforcée sur sa face inférieure par un  
25 second élément plan 322 en matériau composite à renfort en fibres de verre également. Dans des formes de réalisation particulières, cependant, le second élément 322, peut également être réalisé en matériau composite à renfort en fibres de carbone, éventuellement UD, de façon à présenter notamment une plus grande résistance mécanique (traction/compression et flexion en particulier) et un ratio poids-résistance plus faible.

30

La poutre 31 formant le plateau présente quant à elle une partie centrale 311 et de deux zones d'extrémités 312 et 313 sur lesquelles viennent s'articuler les trains roulants du véhicule, autrement dit les bogies du wagon dans l'exemple présent. D'un point de vue structurel, la partie  
35 centrale 311 et les deux extrémités 312 et 313 de la poutre 31 sont

## 9

constituées par un seul et même élément, réalisé en matériau composite, intégrant des éléments de renfort 35, 36 à ses extrémités, comme illustré par les figures 3 et 5. Ces éléments de renfort, se présentant sous forme de voiles ou de poutres en matériau composite, sont notamment destinés à  
5 renforcer la zone de liaison et d'articulation avec les bogies ainsi que la transmission des efforts appliqués aux tampons.

Dans cet exemple de mise en œuvre, la poutre 31 selon l'invention est constituée d'un caisson médian 314 et de deux caissons latéraux 315, 316 situés de part et d'autre du caisson médian 314, dans le sens longitudinal, et  
10 assemblés au caisson médian 314.

Selon la variante de réalisation considérée le caisson médian 314 peut être réalisé en une seule pièce. Néanmoins, pour des raisons de facilité de réalisation en particulier, il est préférentiellement réalisé en deux parties, un demi-caisson supérieur 317 s'étendant sur toute la longueur du wagon ainsi  
15 qu'un demi-caisson inférieur 318 qui vient renforcer le demi-caisson supérieur 317 dans la zone centrale 311 de la poutre 31. Le demi-caisson supérieur forme à la fois la partie centrale 311 et les extrémités renforcées 312 et 313 de la poutre 31.

Le demi-caisson inférieur 318, situé uniquement dans la partie  
20 centrale du wagon présente une paroi inférieure 319 qui a pour fonction de renforcer l'inertie de flexion de l'ensemble.

A cet effet cette paroi 319 se prolonge, comme l'illustre la figure 3, au-delà des limites du demi-caisson inférieur 318 jusqu'aux zones d'extrémité 312 et 313 du demi-caisson supérieur 317, de façon à fermer ledit demi-  
25 caisson supérieur et participer ainsi à la reprise des efforts, imprimés notamment par les axes d'articulation des bogies.

La hauteur de chaque demi-caisson, en particulier celle du demi-caisson inférieur 318, est définie en fonction des choix de fabrication retenus pour répondre aux contraintes mécaniques que doit supporter la structure, du  
30 poids du chargement en particulier.

Les caissons latéraux 315 et 316 sont, quant à eux, sont des éléments continus sur toute la longueur du wagon. Situés de part et d'autre du demi-caisson supérieur 317, ils constituent avec lui la face supérieure de la poutre

## 10

31 sur lequel repose la peau 32. Ils contribuent en outre à la tenue en flexion longitudinale et transverse du châssis ainsi formé et participent à la reprise des efforts au droit des tampons.

5 Dans une forme de réalisation particulière, illustrée par la figure 4, la partie centrale de la poutre 31 est par ailleurs renforcée latéralement par des éléments latéraux 33 et 34 en matériau composite, disposés en oblique et qui, selon la variante de réalisation considérée, habillent cette partie centrale en continu sur toute sa longueur et forment 2 parois de renfort latérales, ou,  
10 alternativement, constituent des renforts localisés, formant des barres de renfort obliques espacées les unes des autres le long de la partie centrale de la poutre 31. Ces éléments de renfort 33 et 34 servent à la reprise des efforts de flexion transverses et limitent ainsi une éventuelle torsion de la structure.

15 Il est à noter que, suivant les hauteurs respectives des demi-caissons supérieur et inférieur, il est possible, dans une forme de réalisation particulière, d'ajouter un plateau intermédiaire pour stabiliser le caisson médian 314 réalisé à partir de ces deux demi-caissons 317 et 318, ce plateau, ou cloison, intermédiaire a pour fonction d'empêcher le flambage  
20 des cloisons latérales des demi-caissons supérieur et inférieur.

Les figures 6 à 10 permettent de présenter les caractéristiques morphologiques et structurelles des différents éléments décrits précédemment.

25 Comme illustré par la figure 6, le panneau constituant la peau 32 disposée sur la face supérieure de la structure est constitué d'un élément principal plan 61 couvrant par ses dimensions la totalité de la surface formée par les faces supérieures du caisson médian 314 et des caissons latéraux 315 et 316 et d'un élément de renfort médian 62, également plan, disposé en  
30 regard de la face supérieure du caisson médian 314.

Selon le mode de réalisation envisagé, l'élément principal 61 peut par exemple être réalisé en matériau composite à renfort en fibres de verre, de même que l'élément de renfort 62. Toutefois, dans des formes de réalisation particulières, le second élément 62, peut également être réalisé en matériau  
35 composite à renfort en fibres de carbone, éventuellement UD, de façon à

présenter une plus grande résistance mécanique (traction/compression et flexion en particulier) et un ratio poids-résistance plus faible.

Les illustrations des figures 7 et 8 détaillent la morphologie et la structure du demi-caisson supérieur 317 et du demi-caisson inférieur 318 qui constituent le caisson médian 314.

Le demi-caisson supérieur 317 est formé principalement d'un fond 71 constitué par une paroi monolithique en matériau composite, et deux parois latérales 72 et 73, ces parois s'étendant sur toute la longueur du caisson médian. Le fond monolithique 71 peut selon les modes de réalisation envisagés être constitué des 2 peaux (76, 77) en matériau composite à renfort en fibres de verre, le renfort étant principalement constitué de couches UD en fibres de verre, ou alternativement, pour des raisons de résistance mécanique notamment et de ratio poids-résistance plus faible, en matériau composite à renfort en fibres de carbone. Les deux parois latérales 72 et 73 présentent quant à elles une structure en sandwich formée des deux peaux 76, 77 en matériau composite séparées par un élément intercalaire 78, une âme, constitué d'un matériau de remplissage, une mousse de matériau polymère de type PS, PVC, PU, PET par exemple, ou encore un matériau à structure en nid d'abeille (nida) ou un bois de type balsa par exemple. Leur structure en sandwich permet aux parois latérales de présenter une meilleure stabilité en flambage.

Comme on peut le constater en considérant les figures 3, 4 et 5, le demi-caisson supérieur 317 présente une forme générale globalement parallélépipédique avec une face ouverte, opposée à la face formant le fond 71.

Selon une forme de réalisation préférée, les parois latérales 72 et 73 présentent quant à elles chacune un rebord 74 ou 75 s'étendant latéralement vers l'extérieur du demi-caisson sur toute la longueur de celui-ci, ce rebord étant utilisé pour réaliser l'assemblage du châssis complet.

Le demi-caisson inférieur 318 est principalement constitué, comme le demi-caisson supérieur d'un fond 81 et de deux parois latérales 82 et 83 qui bordent la partie centrale du caisson médian 314. De même que les parois

## 12

72 et 73 du demi-caisson supérieur, les deux parois latérales 82 et 83 présentent ici une structure en sandwich.

Le fond 81, qui s'étend, comme cela a été dit précédemment, sur toute la longueur de la structure et qui a pour fonction de renforcer l'inertie de flexion de l'ensemble de la structure (du châssis), présente également une structure monolithique constituée, selon les modes de réalisation envisagés, des deux peaux en matériau composite à renfort en fibres de verre, le renfort étant principalement constitué de couches UD en fibres de verre, ou alternativement, notamment pour des raisons de résistance mécanique et de ratio poids-résistance plus faible, en matériau composite à renfort en fibres de carbone.

D'un point de vue morphologique le demi-caisson inférieur 318 présente une forme de prisme à bases trapézoïdales dont les bases représentent les parois latérales 82 et 83 du demi-caisson. Les faces avant et arrière du demi-caisson sont quant à elles constituées par le fond 81 qui se prolonge en oblique vers l'avant et vers l'arrière, au delà du demi-caisson inférieur 318, de façon à venir progressivement en contact du demi-caisson supérieur 317, par ses rebords 74 et 75, comme illustré par la figure 3 par exemple.

20

Dans une forme de réalisation préférée, illustrée par les figures 7 et 8, les parois latérales 72 et 73 présentent quant à elles chacune un rebord 84 ou 85 s'étendant latéralement vers l'extérieur du demi-caisson considéré sur toute la longueur de celui-ci, ce rebord étant utilisé pour réaliser l'assemblage du châssis complet. De même les parois latérales 82 et 83 présentent chacune un rebord 84 ou 85 s'étendant latéralement vers l'extérieur du demi-caisson sur toute la longueur de celui-ci.

Le fond 81 quant à lui présente, sur sa partie s'étendant hors du demi-caisson inférieur, des rebords plats 86 et 87, utilisés pour réaliser l'assemblage du châssis complet. Les rebords 86 et 87 sont configurés et agencés de telle façon qu'ils se trouvent placés, au niveau des extrémités de la structure, en regard des rebords 74 et 75 des parois latérales du demi-caisson supérieur 317. De même, les rebords 84 et 85 sont quant à eux configurés et agencés de telle façon qu'ils se trouvent placés, au niveau de la partie centrale de la structure, en regard des rebords 74 et 75 des parois

35

## 13

latérales du demi-caisson supérieur 317. La présence de tels rebords facilite  
avantageusement l'assemblage du demi-caisson inférieur 318 et du demi-  
caisson supérieur 317 en un caisson médian unique 314. Cet assemblage  
peut par exemple être réalisé par collage des rebords, ou bien par rivetage  
5 ou par boulonnage, ou encore par un assemblage mixte collage-plus-  
rivetage de ces mêmes rebords.

D'un point de vue morphologique, les caissons latéraux 315 et 316,  
présentent des formes identiques. Comme l'illustre la figure 9, chaque  
10 caisson comporte une paroi latérale interne verticale 91, destinée à venir en  
contact d'une des parois latérales du demi-caisson supérieur 317 et une  
paroi latérale externe, oblique 92 formant un bord supérieur externe du  
châssis. L'orientation à l'oblique de la paroi latérale externe permet  
avantageusement de réaliser un appui sans ajustement pour assembler les  
15 éléments latéraux 33 et 34. Les parois latérales d'un caisson latéral sont  
reliées entre elles par un fond plat 93 parallèle au plan du fond 71 du demi-  
caisson supérieur.

D'un point de vue structurel, les parois de caissons latéraux sont  
constituées, comme les parois latérales des demi-caissons supérieur 317 et  
20 inférieur 318 de deux peaux en matériau composite, à renfort en fibres de  
verre, séparées par une âme en matériau de remplissage, en mousse de  
matériau polymère, ou en matériau à structure en nid d'abeille (nida), ou  
encore en bois, de type balsa par exemple.

Selon un mode de réalisation particulier, un matériau de remplissage  
25 peut être par ailleurs intégré dans les caissons 315 et 316, un matériau  
constitué soit de mousse de matériau polymère, ou un matériau à structure  
en nid d'abeille (nida), ou encore du bois de type balsa par exemple. Ce  
matériau permet de lier les peaux interne 91-92-93 des caissons latéraux  
315-316 entre elles et à la peau placée à la face supérieure du plateau 32.

30

D'un point de vue structurel également, les éléments de renfort  
latéraux en matériau composite 33 et 34, destiné à renforcer la résistance à  
la torsion et à la flexion (longitudinale et transverse) de la structure du  
châssis selon l'invention sont eux aussi constitués, comme les parois  
35 latérales des demi-caissons supérieur 317 et inférieur 318 de deux peaux en

## 14

matériau composite, à renfort en fibres de verre, séparées par une âme constituée soit de mousse de matériau polymère, soit d'un matériau à structure en nid d'abeille (nida), soit encore de bois de type balsa par exemple. Dans une forme de réalisation préférée illustrée par la figure 10 le corps 101 du renfort est prolongé par des rebords 102 et 103 agencés vis-à-vis du corps 101 de façon à faciliter l'assemblage de l'élément de renfort considéré avec la paroi latérale externe du caisson latéral correspondant 315 ou 316 et avec la paroi latérale du demi-caisson inférieur 318. Cet assemblage peut par exemple être réalisé par collage des rebords, ou bien par rivetage ou par boulonnage, ou encore par un assemblage mixte collage-plus-rivetage de ces mêmes rebords.

Comme on peut le constater à partir des figures 6 à 10, la structure de châssis selon l'invention, telle que décrite dans le texte qui précède, présente pour avantage important d'être constituée d'éléments présentant à la fois une morphologie simple et facile à assembler (faces et appuis sur faces planes), ainsi qu'une structure interne facile à réaliser. Ces caractéristiques permettent avantageusement de faciliter l'assemblage d'une telle structure, malgré les dimensions parfois importantes de cette dernière.

Les éléments en matériaux composites formant la structure selon l'invention étant des éléments de forme simples présentant des faces planes, la structure selon l'invention peut avantageusement être construite de manière simple et peu onéreuse, les différents éléments en matériaux composites constituant la structure pouvant être réalisés par mise en œuvre de procédés simples, principalement par drapage de pré-imprégnés et/ou de fibres sèches, associé à une polymérisation sous vide ou RTM, ou encore par infusion compte tenu de la grande dimension des éléments fabriqués, tels que ceux mis en œuvre dans la réalisation de pales d'éoliennes par exemple.

Par ailleurs, compte tenu du concept de structure composite selon l'invention, l'assemblage des différents éléments en composites constituant le châssis selon l'invention, est avantageusement simple à réaliser dans la mesure où toutes les liaisons ont lieu le long d'appuis plans et linéaires prévus à cet effet, l'ensemble pouvant être réalisé à l'aide d'outillages peu complexes, par collage, ou bien par rivetage ou par boulonnage, ou encore

## 15

par un assemblage mixte collage-plus-rivetage des différents éléments les uns aux autres par exemple.

La figure 11 illustre de manière schématique le procédé d'assemblage d'une structure de châssis selon l'invention à partir des éléments constitutifs décrits précédemment, procédé qui comporte:

- une première étape (étape 1) qui consiste à assembler les demi-caissons supérieur 317 et inférieur 318 pour former le caisson médian 314;
- une deuxième étape (étape 2) qui consiste à assembler les caissons latéraux 315 et 316 sur le caisson médian 314 pour constituer la poutre 31 formant le plateau de la structure, l'assemblage étant réalisé au niveau du demi-caisson supérieur 317; en ayant éventuellement intégré dans les caissons 315-316 un matériau de remplissage constitué soit d'une mousse de matériau polymère, soit d'un matériau à structure en nid d'abeille (nida), ou soit encore de bois de type balsa par exemple.
- une troisième étape (étape 3) consistant à fixer la peau 32 sur la face supérieure de la poutre 31 de façon à recouvrir les faces supérieures du demi-caisson supérieur 317 et des caissons latéraux 315 et 316;
- une quatrième étape (étape 4) consistant, le cas échéant à fixer les éléments de renfort latéraux 33 et 34 sur la poutre 31.

Il est à noter que, dans le cas où le châssis réalisé comporte effectivement des éléments de renfort latéraux, les étapes 3 et 4 peuvent être permutées. Par ailleurs, selon les modes de réalisation envisagés les étapes 1 à 4 peuvent être réalisées dans un ordre différent, 2, 3, 1, 4 ou 3, 2, 1, 4 par exemple.

Il est à noter également que, durant la deuxième étape, l'assemblage des demi-caissons supérieur 317 et inférieur 318 peut être réalisé en intercalant entre les deux demi-caissons, à la liaison des rebords 74-75 et 84-85, un plateau intermédiaire, comme décrit précédemment, ce plateau ayant pour fonction de renforcer la rigidité de la poutre assemblée.

Selon l'invention, la poutre composite 31 ainsi réalisée intègre à ses extrémités, au niveau des renforts, des éléments métalliques dont le rôle est notamment de réaliser l'interface avec les bogies et avec les tampons

## 16

d'extrémités. La fixation des éléments métalliques à la structure en matériau composite selon l'invention est réalisée par des moyens de fixation appropriés (boulons et/ou rivets), par exemple en utilisant une technique appropriée d'assemblage entre des pièces métalliques et des pièces en  
5 matériau composite, telle que celle décrite dans le brevet FR 2 948 154 appartenant à la déposante.

Par suite la réalisation complète d'un châssis selon l'invention comporte également, une opération de mise en place et de fixation des éléments d'interface sur la poutre 31, au niveau des extrémités des caissons  
10 315, 316 et 317, opération qui selon la méthode de fabrication retenue peut être réalisé sur les caissons avant assemblage ou en cours d'assemblage, après l'étape 2 par exemple.

Ainsi qu'il ressort de la description précédente, cette invention peut  
15 être utilisée sur tous les types de véhicules ferroviaires destinés au transport de fret (wagons) ou de passagers. Elle peut également être utilisée pour réaliser des châssis de véhicules de fret routier, des remorques de poids lourds en particulier.

**REVENDICATIONS**

1. Structure en matériaux composites, pour châssis de véhicule de transport de marchandises ou de passagers, ladite structure étant configurée pour accueillir un train roulant à chacune de ses extrémités, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une poutre centrale (31) formant un plateau sur lequel repose la charge du véhicule, ladite poutre comportant:

5  
10  
- un caisson médian (314) présentant une partie centrale (311) et deux extrémités (312, 313), lesdites extrémités présentant des renforts (35, 36) pour supporter les contraintes transmises au châssis par les éléments d'articulation des trains roulants et par les éléments d'absorption de chocs, disposés aux extrémités du véhicule, la partie centrale du caisson médian (314) étant configurée de façon à présenter une partie renforcée augmentant la résistance de la poutre (11) aux efforts de flexion imposés par la charge transportée;

15  
20  
- deux caissons latéraux (315, 316) s'étendant sur toute la longueur du caisson médian (314), assemblés au dit caisson médian, dont les faces supérieures forment avec la face supérieure du caisson médian la face supérieur de la poutre, lesdits caissons latéraux étant configurés de façon à renforcer la résistance de la poutre aux efforts de flexion longitudinale et transverse qui lui sont imposés

- un plancher de recouvrement (32) formant une peau, configuré de façon à recouvrir les faces supérieures du caisson médian (314) et des caissons latéraux (315, 316);

25  
Les différents éléments constituant la poutre (31) étant réalisés en matériaux composites à renforts en fibres de verre ou en fibres de carbone ou en un mélange de fibres de verre et de fibres de carbone.

30  
2. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que le caisson médian (314) est constitué d'un demi-caisson supérieur (317) s'étendant sur toute la longueur de la poutre et d'un demi-caisson inférieur (318) disposé en partie centrale (311), les deux demi-caissons comportant chacun un fond et deux parois latérales, le

## 18

5 demi-caisson supérieur (317) et le demi-caisson inférieur (318) étant agencés l'un par rapport à l'autre de telle façon que le fond (71) du demi-caisson supérieur (317) forme la face supérieure du caisson médian (314) et que le fond (81) du demi-caisson inférieur forme la face inférieure dudit caisson, le fond du demi-caisson inférieur (319) se prolongeant à l'extérieur de celui-ci vers les extrémités (312, 313) de la poutre.

10 3. Structure selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'une cloison intermédiaire en matériau composite est placée entre le demi-caisson supérieur (317) et le demi-caisson inférieur (318), de façon à renforcer la rigidité du caisson médian (314) ainsi que la résistance au flambage des parois latérales (72, 73) du demi-caisson supérieur (317) et des parois latérales (82, 83) du demi-caisson inférieur (318).

15 4. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le plancher de recouvrement est constitué d'un élément principal (61) en forme de plaque, en matériau composite monolithique à renfort en fibres de verre, comportant dans sa partie médiane un élément de renfort (62) en matériau composite dimensionné de façon à couvrir la face supérieure du caisson médian (314).

25 5. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que, le fond (71) du demi-caisson supérieur (317), le fond (81) du demi-caisson inférieur (318) ainsi que d'un élément de renfort médian (62) de l'élément principal (61) de la peau (32) disposée sur la face supérieure de la structure sont réalisés en matériau composite monolithique à renfort constitué principalement de fibres unidirectionnelles, lesdites fibres étant préférentiellement  
30 de fibres de carbone.

35 6. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'elle comporte en outre des renforts latéraux (33, 34) en matériau composite disposés de part et d'autre de la poutre

(31) et agencés de façon à assurer la reprise des efforts appliqués sur les parties latérales de la structure par la charge transportée, chaque renfort étant solidaire d'un caisson latéral par une de ses extrémités et du caisson médian par son autre extrémité.

5

7. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments formant la poutre (11) sont constitués de faces planes en matériau composite.

10

8. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le demi-caisson supérieur (317) comporte un fond (71) plan constitué d'une plaque de matériau composite monolithique et de deux parois latérales (72, 73) à structure en sandwich constituée de deux peaux minces (76, 77) en matériau composite à renfort en fibres de verre et d'une âme constituée par un élément (78) formé soit de mousse de matériau polymère, soit d'un matériau à structure en nid d'abeille, ou soit encore de bois de type balsa.

15

20

9. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le demi-caisson inférieur (318) comporte un fond (81) constitué d'une plaque de matériau composite monolithique et des parois latérales (82, 83) à structure en sandwich constituée de deux peaux minces en matériau composite à renfort en fibres de verre et d'une âme constituée par un élément soit en mousse de matériau polymère, soit en un matériau à structure en nid d'abeille, ou soit en un bois de type balsa.

25

30

10. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les éléments de renfort latéraux présentent une structure en sandwich constituée de deux peaux minces en matériau composite à renfort en fibres de verre et d'une âme constituée par un élément en mousse de matériau polymère ou en un matériau à structure en nid d'abeille, ou encore en un bois de type balsa.

35

5 11. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les différents éléments de ladite structure comportent des rebords agencés de façon à permettre l'assemblage desdits éléments par collage et/ou boulonnage et/ou rivetage, deux éléments (317, 318) assemblés l'un à l'autre présentant des rebords (74, 75, 84, 85) agencés de façon à être placés en vis-à-vis au moment de l'assemblage.

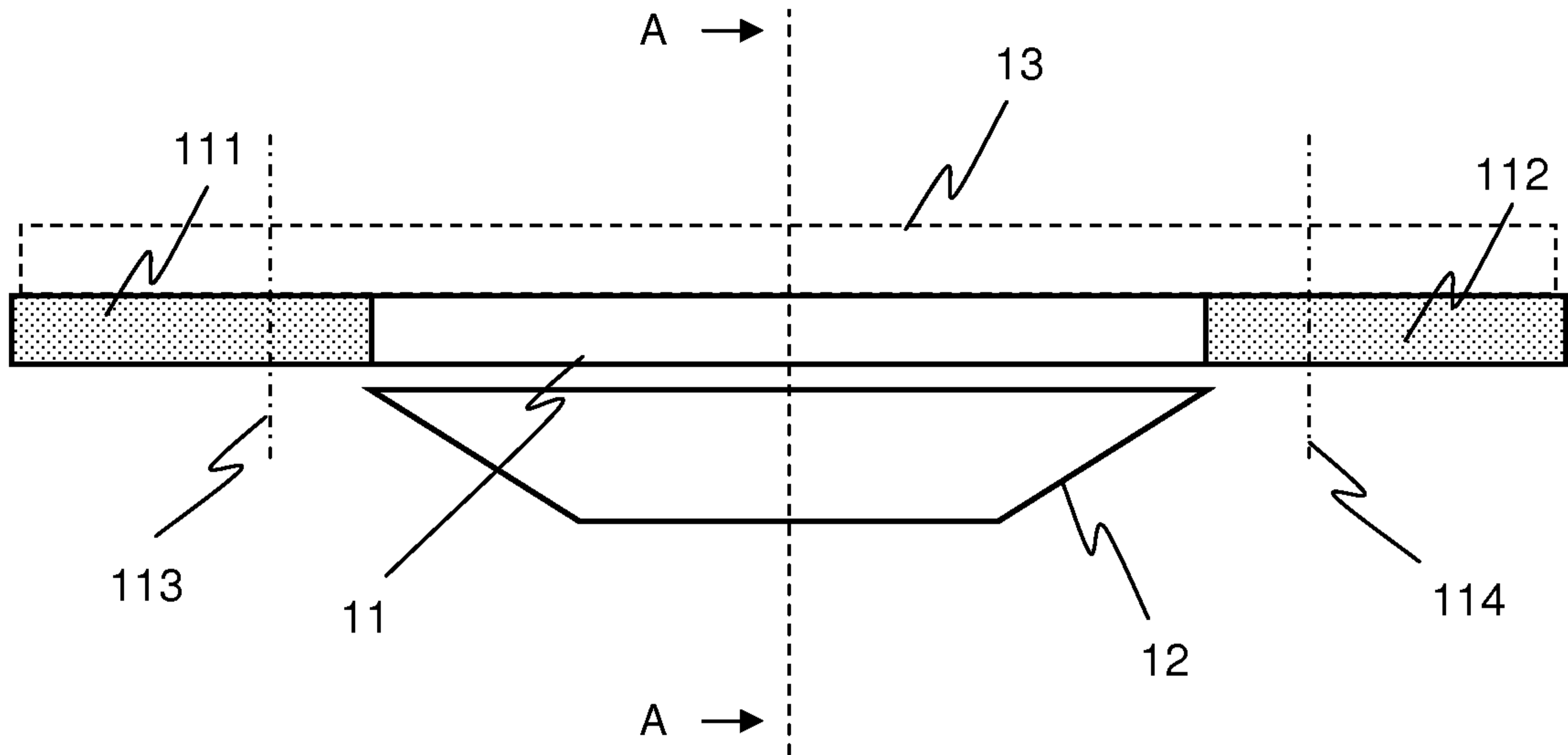
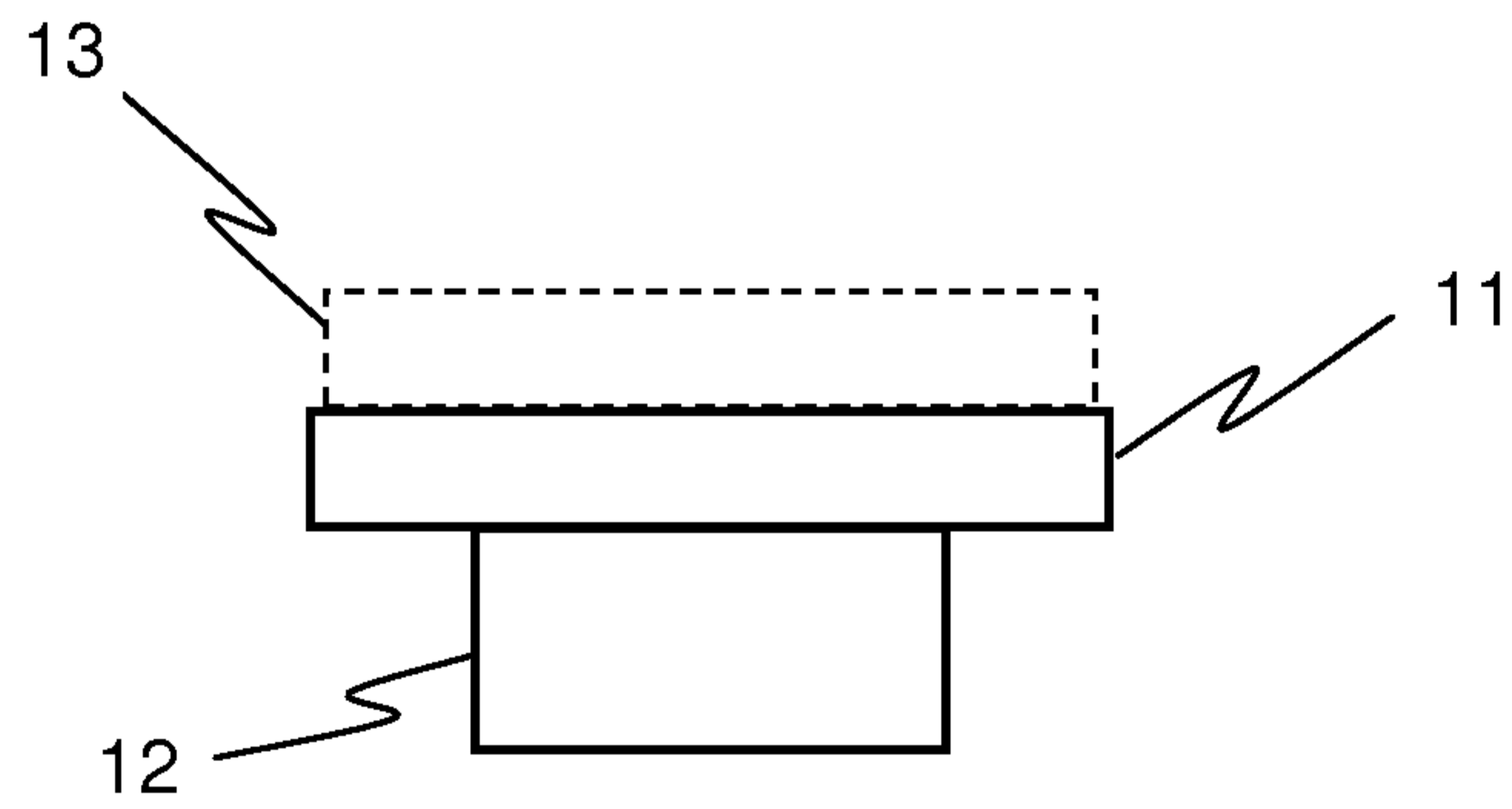


Fig. 1



Coupe A-A

Fig. 2

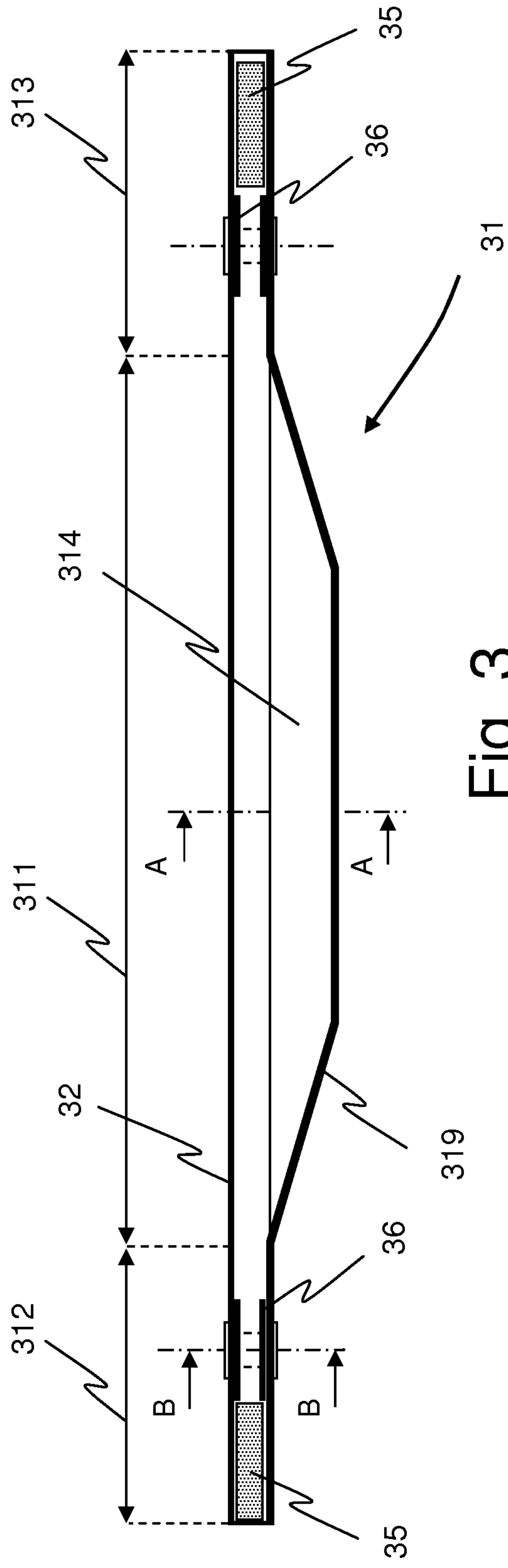


Fig. 3

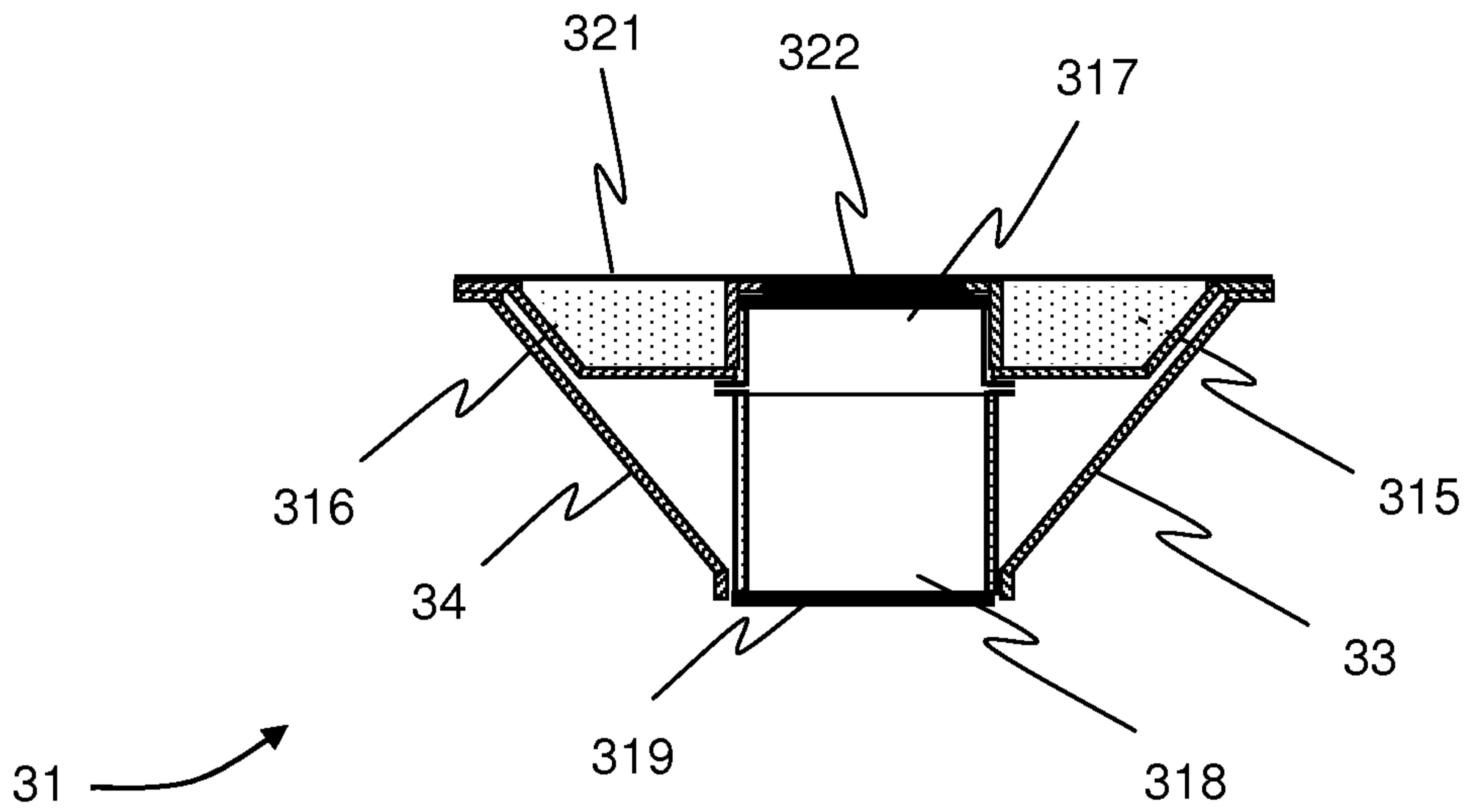


Fig. 4 Coupe A-A

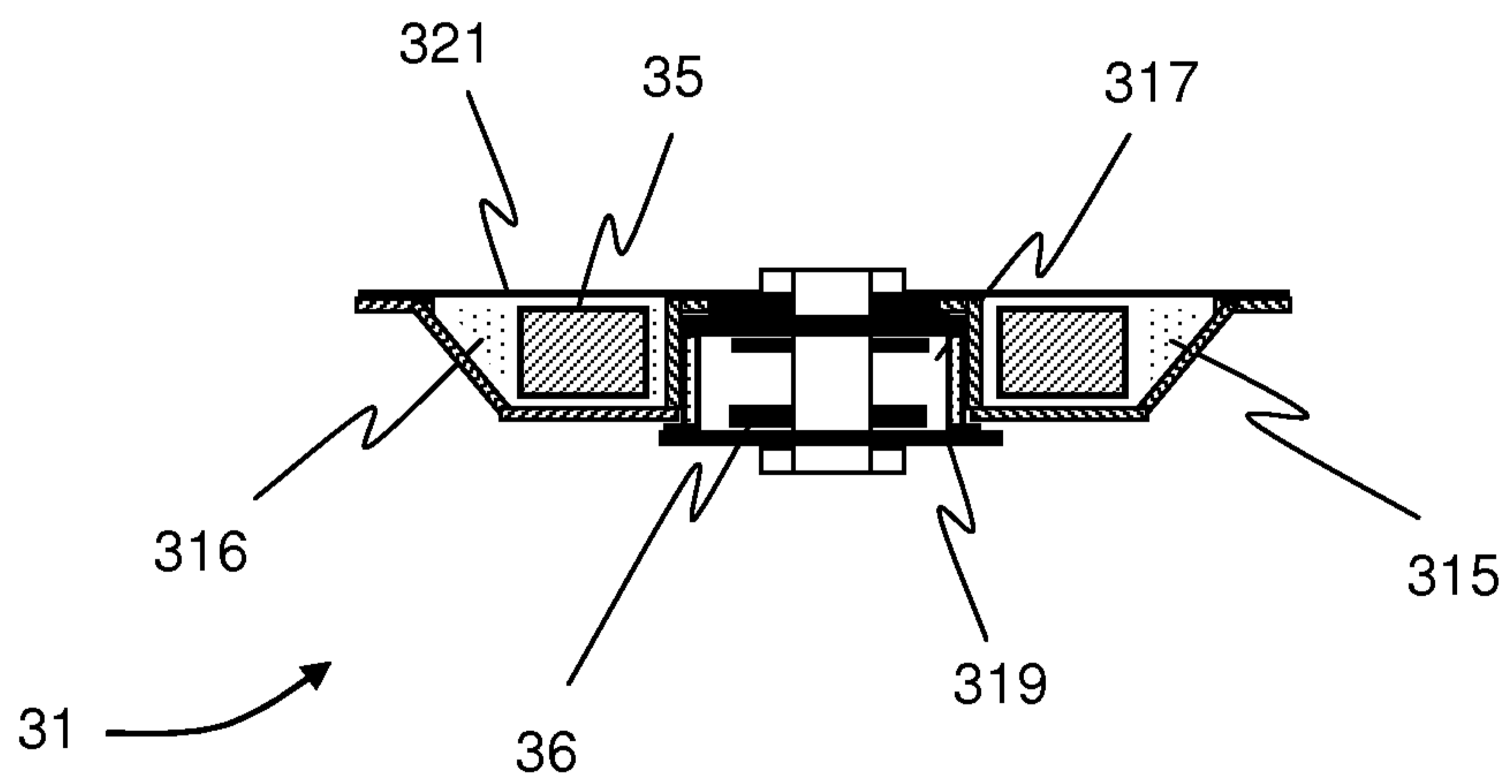


Fig. 5 Coupe B-B

Fig. 6

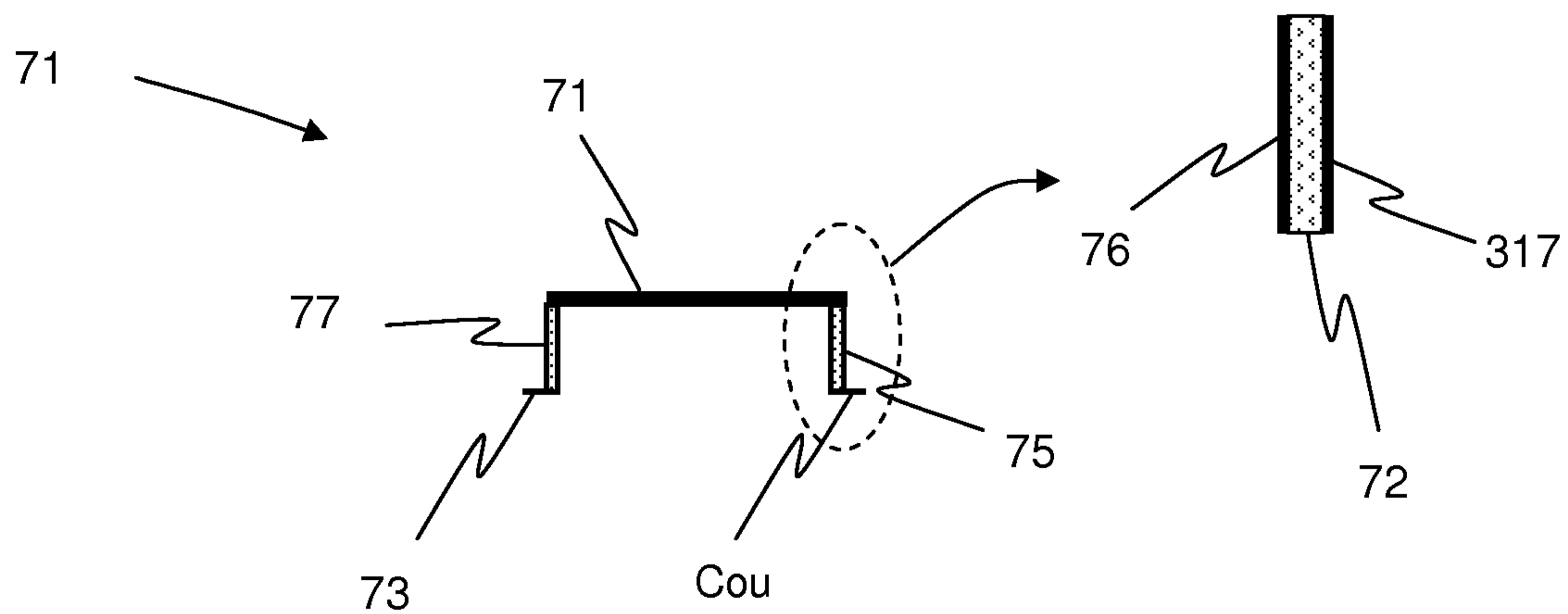
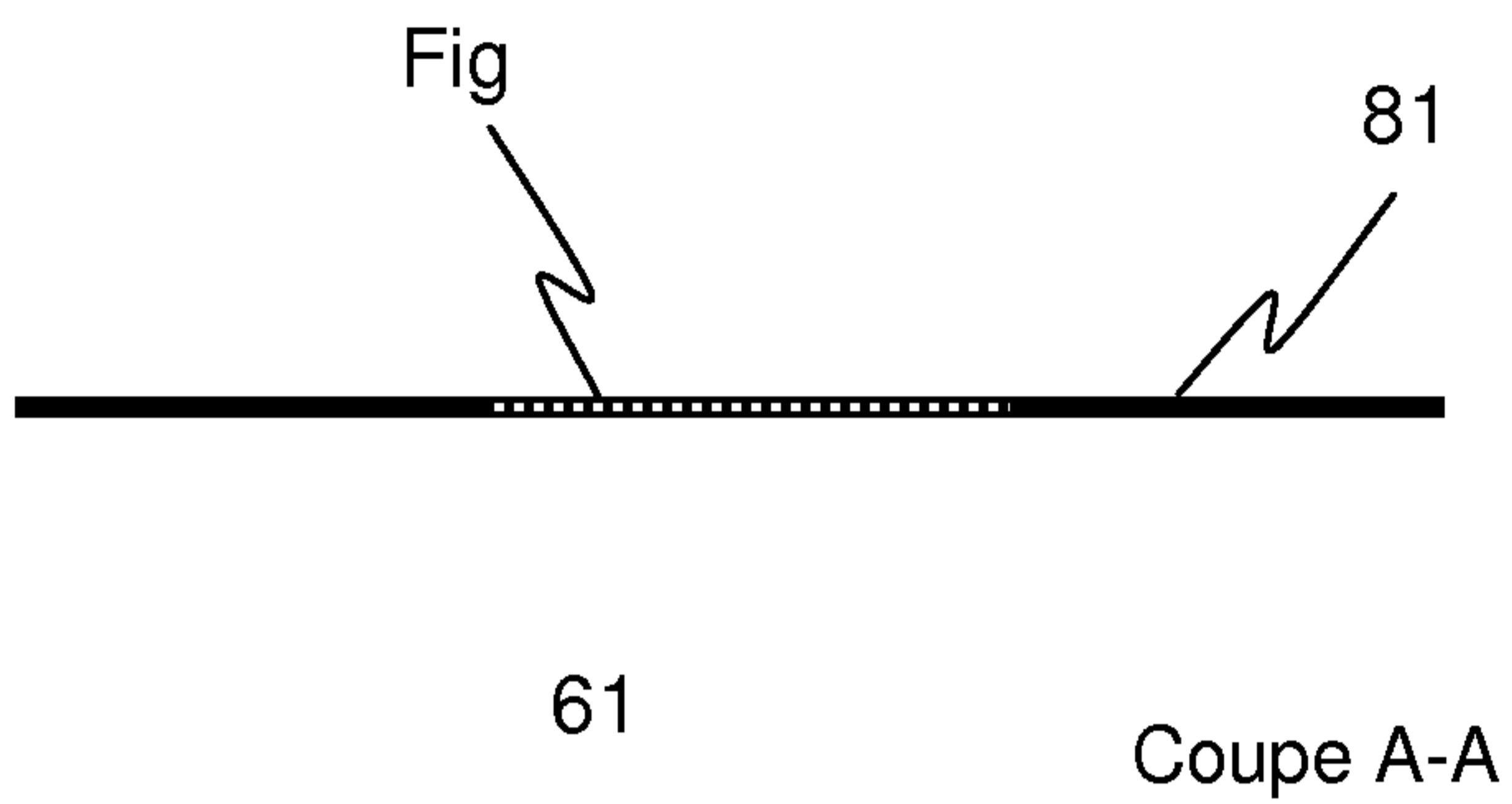
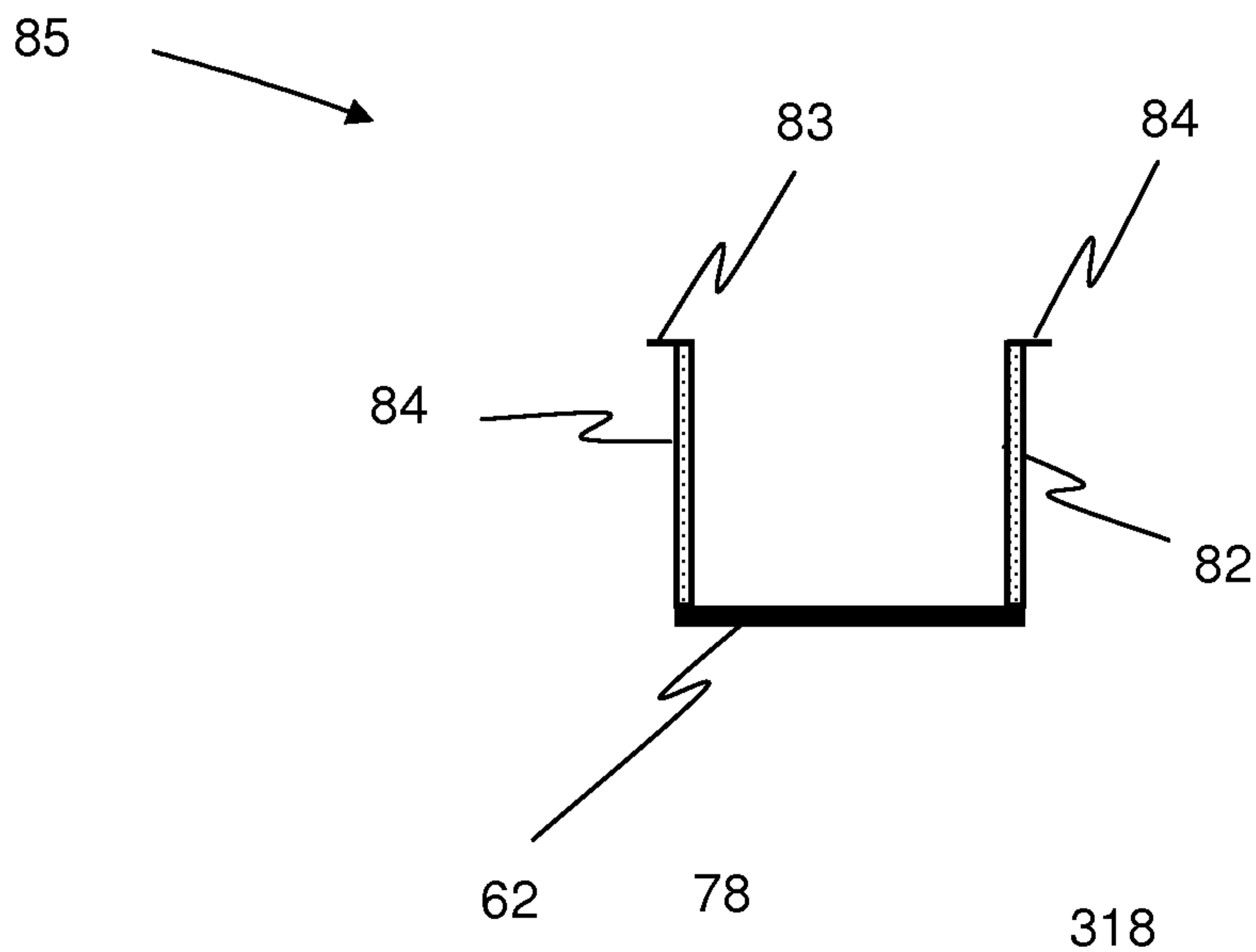


Fig. 8 Coupe A-A



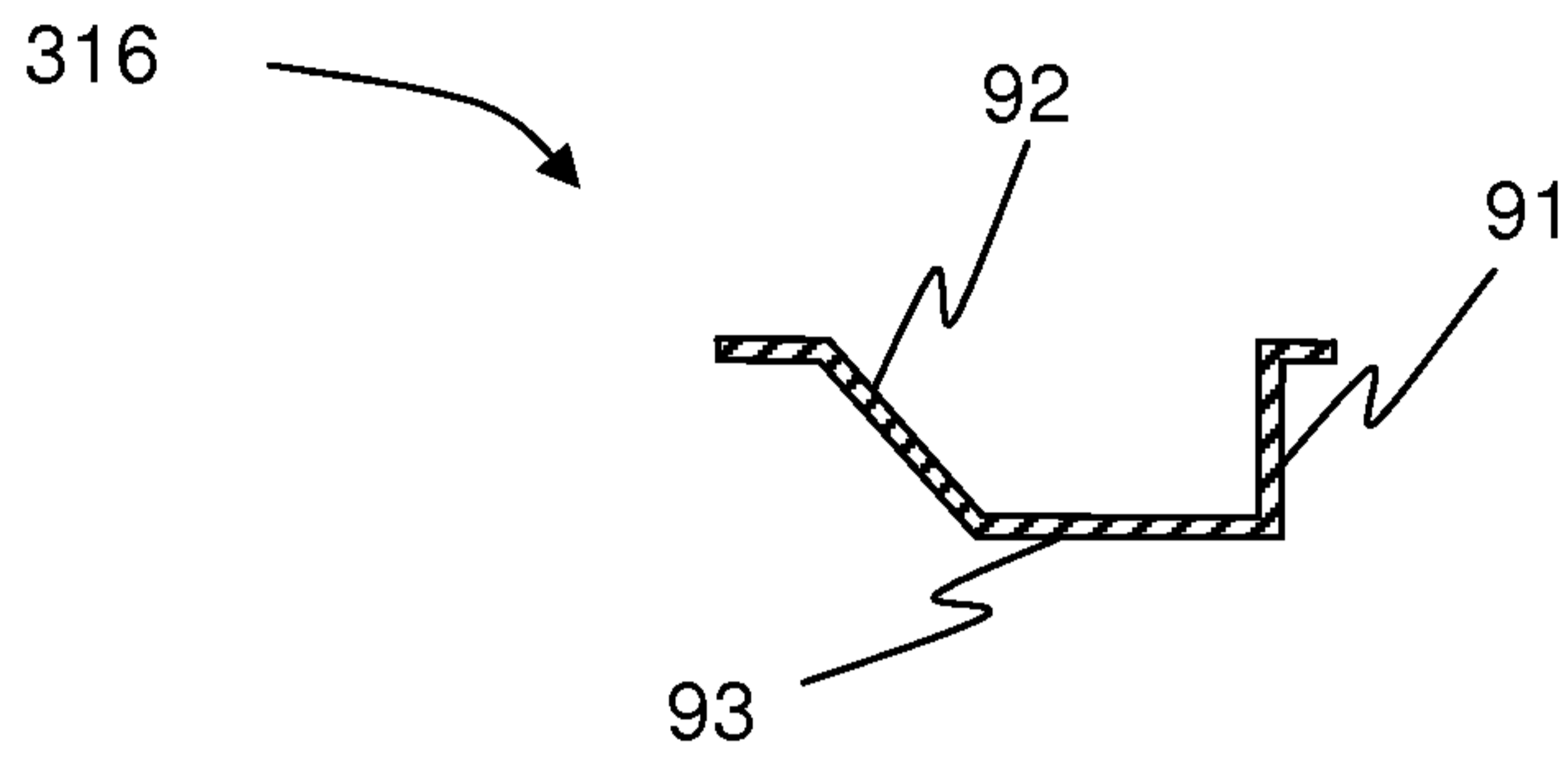


Fig. 9 Coupe A-A

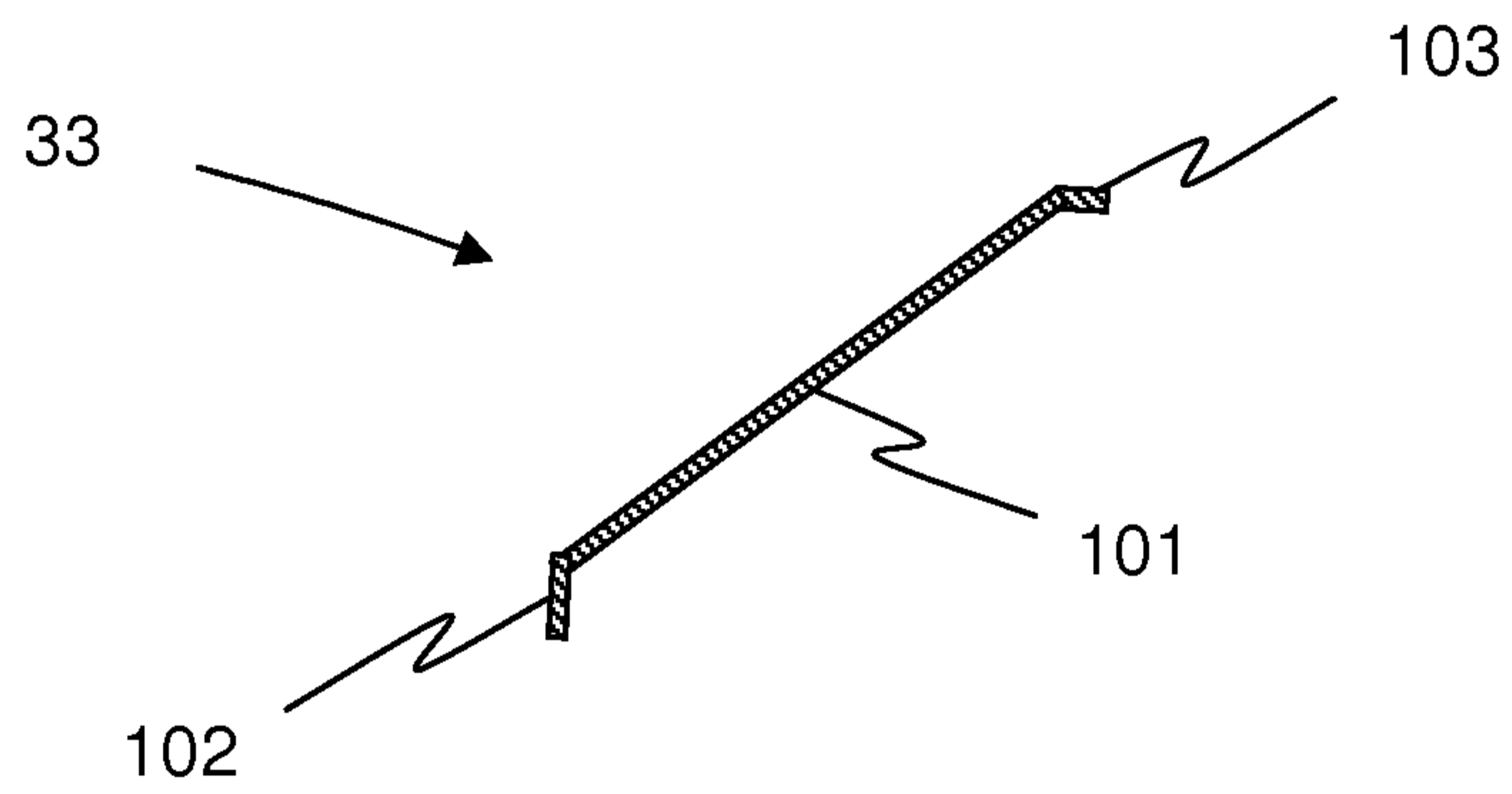


Fig. 10 Coupe A-A

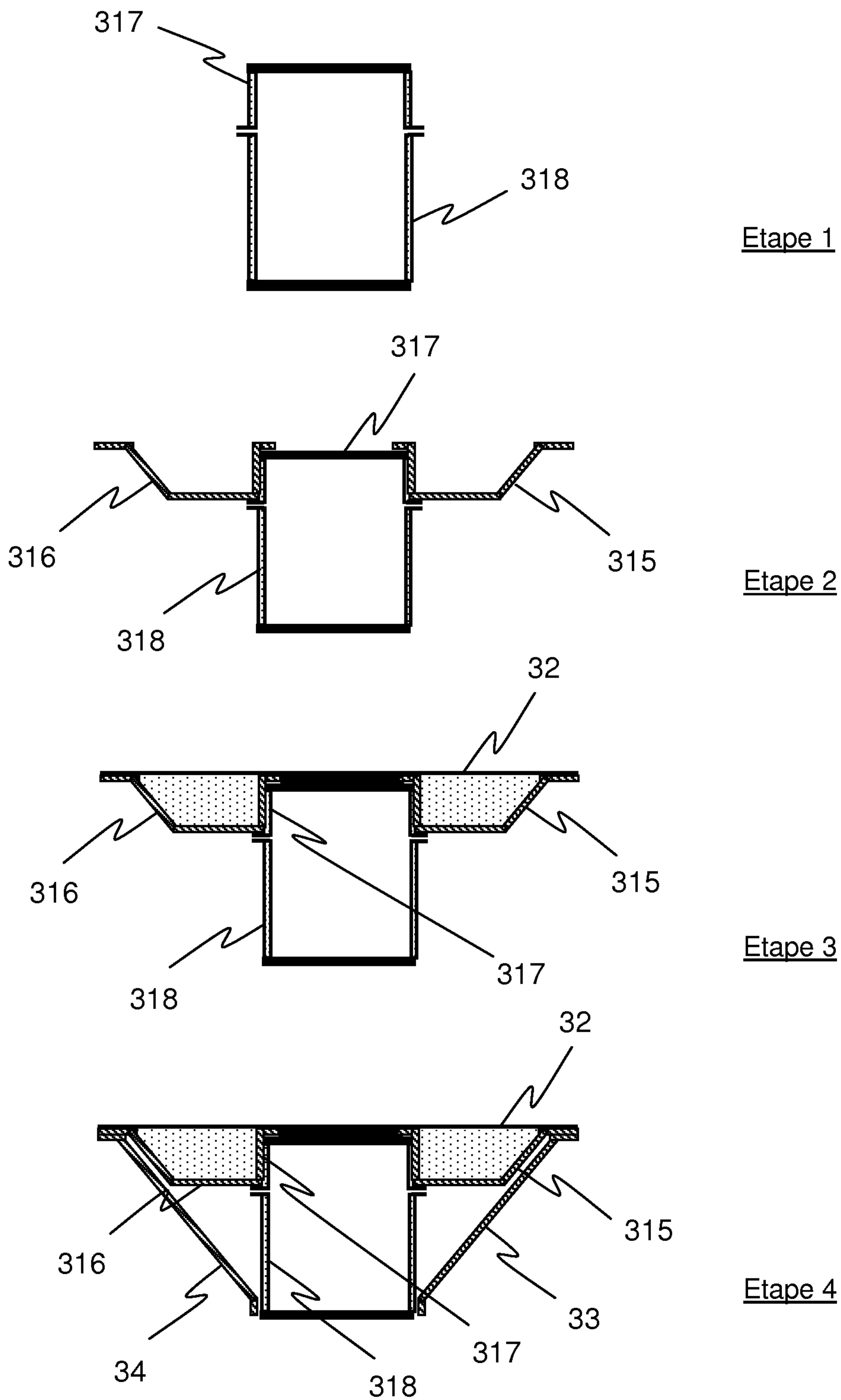


Fig. 11

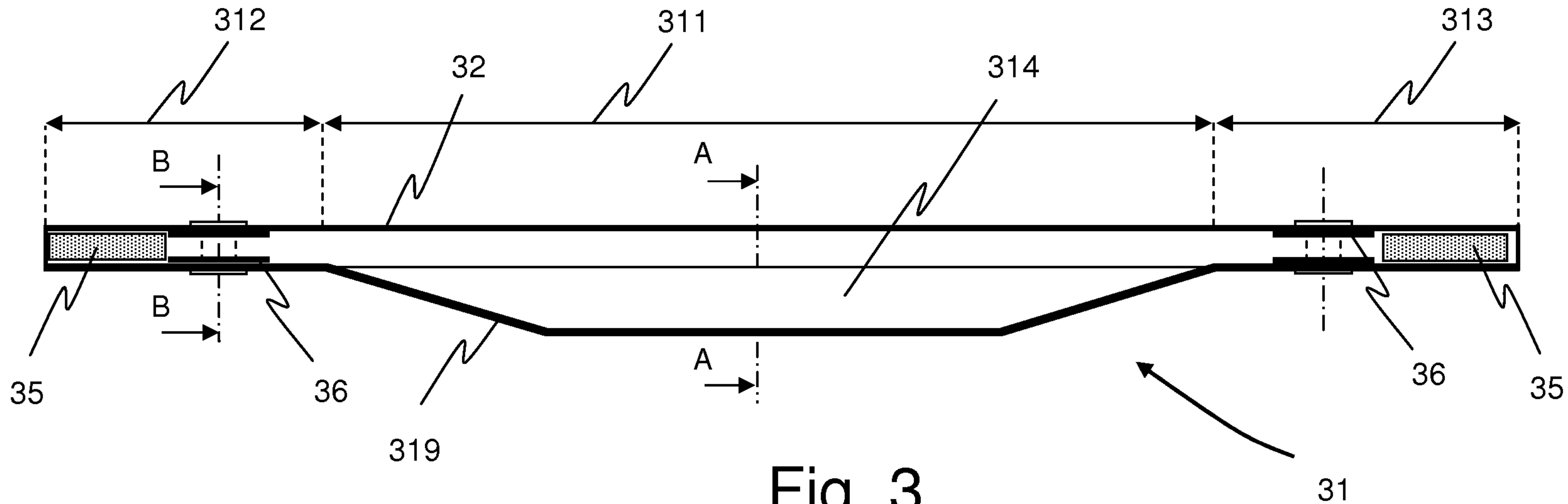


Fig. 3