

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 190 148 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

01.10.2003 Bulletin 2003/40

(21) Numéro de dépôt: **00943492.9**

(22) Date de dépôt: **05.07.2000**

(51) Int Cl.7: **E04C 3/06**, E04C 3/29

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/BE00/00079

(87) Numéro de publication internationale:
WO 01/002663 (11.01.2001 Gazette 2001/02)

(54) **STRUCTURE DE POUTRE ET PROCEDE DE REALISATION DE TELLES STRUCTURES**

TRÄGERSTRUKTUR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG

BEAM STRUCTURE AND METHOD FOR PRODUCING SUCH STRUCTURES

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL**

(30) Priorité: **05.07.1999 EP 99202192**

(43) Date de publication de la demande:
27.03.2002 Bulletin 2002/13

(73) Titulaire: **RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT DU
GROUPE COCKERILL SAMBRE
4000 Liège (BE)**

(72) Inventeur: **KERGEN, Richard
B-4347 Fexhe-le-haut-clocher (BE)**

(74) Mandataire: **Van Malderen, Michel et al
Office van Malderen
85/043 Boulevard de la Sauvenière
4000 Liège (BE)**

(56) Documents cités:

DE-A- 2 221 330	DE-A- 3 425 495
FR-A- 1 234 371	FR-A- 1 312 864
GB-A- 2 187 409	US-A- 3 960 637
US-A- 3 999 354	US-A- 5 483 782

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 190 148 B1

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à une structure de poutre composite.

[0002] La présente invention se rapporte également à un procédé de réalisation d'une telle structure de poutre.

Arrière-plan technologique et état de la technique

[0003] On connaît bien entendu un grand nombre de variétés de sections de poutres destinées à diverses applications. Les sections les plus efficaces sont celles qui présentent un maximum de métal dans les zones les plus éloignées de la fibre neutre.

[0004] Plus particulièrement, la poutre classique en "I", qui comprend deux semelles reliées par une âme, est un bon compromis, car c'est la matière située au niveau des semelles qui permettra de déterminer le moment d'inertie. En régime élastique, les contraintes et déformations varient linéairement dans la section : elles sont nulles à la fibre neutre et augmentent pour devenir maximales à l'endroit le plus éloigné de la fibre neutre. L'âme qui solidarise les deux semelles est donc le siège des contraintes de flexion liées au moment local, des contraintes de cisaillement liées à l'effort tranchant local, et des contraintes de compression déterminées par la mise en charge locale.

[0005] Depuis quelque temps, on cherche à réaliser des structures de poutre plus légères en réduisant la matière utile. En particulier, on a proposé d'utiliser des nuances d'aciers au carbone présentant des caractéristiques de haute résistance mécanique souvent associées à une capacité de mise en forme par déformation limitée. Les aciers ainsi produits par des procédés sidérurgiques de masse connus en soi ont des prix de revient voisins des prix des aciers au carbone classiques et permettent la réalisation de structures allégées présentant ainsi aussi un intérêt économique accru.

[0006] Pour fixer les idées, nous ferons la distinction, dans la suite de la description, entre ces aciers sur base de leur limite d'élasticité (LE) :

- aciers doux : $LE < 250 \text{ MPa}$;
- aciers à haute limite d'élasticité (HLE) : $250 \text{ MPa} < LE < 600 \text{ MPa}$;
- aciers à très haute limite d'élasticité (THLE) : $600 \text{ MPa} < LE < 1000 \text{ MPa}$;
- aciers à ultra-haute limite d'élasticité (UHLE) : $1000 \text{ MPa} < LE < 1500 \text{ MPa}$.

[0007] Les aciers de caractéristiques mécaniques élevées mentionnés dans la présente demande de brevet appartiennent principalement à la catégorie THLE, et surtout UHLE.

[0008] Néanmoins, par le fait de leur faible capacité

de mise en forme et leur soudabilité parfois médiocre, ces aciers posent certains problèmes spécifiques lors de l'assemblage par exemple. En particulier, les procédés classiques de production ou réalisation de structures de poutre ne sont en général adaptés qu'à la réalisation d'une poutre présentant une section constante, ce qui bien entendu ne permet pas d'optimiser le poids de ladite structure de poutre.

[0009] Le concept de poutre composite est connu. Ainsi, le document DE-A-22 21 330 propose une poutre de flexion composite, dont les semelles et l'âme sont respectivement constituées d'acier à très haute résistance et d'acier ordinaire. La limite apparente d'élasticité est dépassée dans la zone de l'âme se trouvant à proximité de la semelle, mais c'est précisément la jonction avec de l'acier à très haute résistance, gardant un comportement élastique, qui empêche l'écoulement de l'âme. On obtient ainsi une poutre présentant le même comportement qu'une poutre de mêmes dimensions, entièrement constituée d'acier à très haute résistance.

[0010] De manière similaire, le document FR-A-1 312 864 décrit une poutre en "I" constituée de trois parties soudées et présentant notamment une première semelle en acier à faible teneur en carbone et une seconde semelle en acier à haute teneur en carbone. Cette dernière semelle est destinée à être utilisée comme rail.

[0011] Dans le document GB-A-2 187 409, il est prévu de renforcer les semelles d'une poutre en acier par collage de bandes supplémentaires d'un acier de nuance différente, d'un autre métal ou encore de plastique.

[0012] Le document US-A-3 999 354 décrit une poutre en aluminium de section rectangulaire creuse, constituée de deux semelles profilées extrudées assemblées avec deux âmes en forme de panneau. L'assemblage est obtenu à chaque jonction par pinçage local : on replie au moyen d'un outil un bras faisant partie de la semelle dans une gorge de la même semelle, le panneau d'âme correspondant étant coincé entre ces deux éléments. Ce type d'assemblage, de type mécanique, est très peu compatible avec les aciers THLE et UHLE, qui sont peu formables.

[0013] D'autres techniques d'assemblage de poutre sont connues et décrites par exemple dans les documents US-A-3 960 637 et US-A-5 483 782.

[0014] La demande de brevet DE-A-34 25 495 décrit une poutre en "I" présentant une âme renforcée par des moulures régulières. Ce renforcement est nécessaire dans les applications de poutre avec des âmes présentant une certaine hauteur.

[0015] Dans le document FR-A-1 234 371, on propose des procédés et dispositifs pour l'exécution de poutres alvéolaires soudées.

Buts de l'invention

[0016] La présente invention vise à proposer une structure de poutre qui permet de réduire le poids de celle-ci tout en permettant l'utilisation de tôles d'acier à

hautes caractéristiques mécaniques.

[0017] La présente invention vise également à permettre la réalisation, et ceci de manière productive, de structures de poutre présentant une section variable.

[0018] La présente invention se rapporte également au procédé de réalisation d'une structure de poutre telle que décrite ci-dessus, et ceci de manière particulièrement productive.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0019] La présente invention se rapporte à une structure de poutre comprenant au moins une semelle réalisée en au moins un premier métal et au moins une âme réalisée en au moins un second métal, ladite âme étant assemblée de manière essentiellement perpendiculaire à ladite semelle, ladite semelle et ladite âme étant en feuille ou en tôle, caractérisée en ce que :

- le premier métal présente une limite d'élasticité élevée ou très élevée, associée à un rapport limite d'élasticité / charge de rupture proche de 1 ;
- le second métal présente une limite d'élasticité sensiblement inférieure à celle du premier métal ;
- le second métal présente un rapport limite d'élasticité / charge de rupture sensiblement inférieur à 0,9 et inférieur à la valeur dudit rapport présenté par le premier métal.

[0020] De préférence, le premier métal est un acier présentant une limite d'élasticité supérieure à 400 MPa ou un alliage d'aluminium présentant une limite d'élasticité supérieure à 200 MPa.

[0021] Les âmes peuvent présenter une ondulation, et en particulier une succession de crevés ou ouvertures dans le sens longitudinal de la structure de poutre.

[0022] De préférence, la structure de poutre comprend au moins deux semelles, dont l'une au moins est réalisée dans le premier métal, essentiellement parallèles entre elles, et assemblées, de manière essentiellement perpendiculaire, à au moins un élément réalisé dans le second métal en vue de réaliser une âme.

[0023] Selon l'invention, les deux semelles sont réalisées dans le même métal, avec éventuellement des épaisseurs différentes, ou dans des métaux distincts, une première semelle étant réalisée dans un métal présentant un rapport limite d'élasticité / charge de rupture qui est différent de celui du métal réalisant l'autre semelle.

[0024] Selon une forme particulièrement avantageuse de l'invention, la structure de poutre comprend au moins deux semelles essentiellement parallèles entre elles et reliées entre elles par au moins deux âmes également essentiellement parallèles entre elles, où les semelles et les âmes sont réalisées dans des matériaux métalliques distincts par leur nature, leurs propriétés mécaniques ou leur épaisseur.

[0025] De manière particulièrement avantageuse, la

structure de poutre présente une section qui n'est pas constante et qui varie selon la hauteur et / ou la largeur de ladite structure.

[0026] L'invention se rapporte également à un procédé d'assemblage d'éléments constitutifs d'une structure de poutre, telle que décrite ci-dessus, caractérisé en ce que l'on effectue l'assemblage d'au moins deux éléments constitutifs en vue de former une section de jonction par un procédé d'assemblage par fusion tel que la soudure par points.

[0027] De manière alternative, l'assemblage d'au moins deux éléments constitutifs en vue de former une section de jonction est réalisé par un procédé d'assemblage par rivets, par sertissage simple, par clinchage.

[0028] De manière particulièrement avantageuse, l'assemblage d'au moins deux éléments constitutifs en vue de former une section de jonction est réalisé par un procédé d'assemblage par sertissage par ourlet.

[0029] Dans ce cas précis, le rapport du rayon d'ourlet à la somme des épaisseurs des différents éléments constitutifs le long de la section de jonction est compris, de préférence, entre 2 et 10. De la même manière, le rapport de la différence entre le rayon d'ourlet et l'épaisseur de l'élément constitutif le plus extérieur avec l'épaisseur de l'élément constitutif le plus intérieur est, de préférence, supérieur à 2 et le rapport d'épaisseur des deux éléments est, de préférence, inférieur à 4.

[0030] De préférence, les opérations d'assemblage mécanique (rivetage, sertissage, clinchage, sertissage par ourlet) sont réalisées à l'aide d'une presse.

[0031] Avantageusement, l'assemblage par sertissage par ourlet est réalisé dans un même cycle de presse.

[0032] De manière particulièrement avantageuse, on peut obtenir le blocage, vis-à-vis du glissement relatif d'une âme par rapport à une semelle le long de la section de jonction, de l'ourlet réalisé par le procédé d'assemblage selon l'invention, par collage, indentation ou imbrication.

Brève description des figures

[0033] La figure 1 représente une vue en coupe d'une section typique d'une structure de poutre selon la présente invention.

[0034] La figure 2 représente un exemple d'exécution d'une âme particulière utilisée pour une structure de poutre selon la présente invention, et en particulier telle que représentée à la figure 1.

[0035] La figure 3 représente un autre exemple d'exécution d'une âme qui peut être utilisée pour une structure de poutre, et en particulier telle que représentée à la figure 1.

[0036] La figure 4 représente l'assemblage réalisé par ourlet de différentes pièces en vue de réaliser une structure de poutre telle que représentée à la figure 1.

[0037] La figure 5 représente l'ensemble de l'outillage destiné à réaliser un assemblage par ourlet à la presse comme représenté à la figure 4.

[0038] La figure 6 représente une vue en coupe d'un élément de poutre à section variable selon la ligne A-A' et selon la ligne B-B'.

[0039] La figure 7 représente un schéma de principe d'un outil fonctionnant par presse en vue de permettre la réalisation d'une structure de poutre selon la présente invention, et en particulier telle que représentée à la figure 1.

[0040] Les figures 8 illustrent le principe de blocage du glissement relatif de l'âme par rapport à la semelle dans l'assemblage par ourlet, par imbrication à l'aide d'une découpe de crêneaux alternés. Les figures 8a et 8b présentent les deux tôles juste avant la réalisation de l'ourlet.

Description détaillée de diverses formes d'exécution de la présente invention

[0041] La solution proposée repose sur l'utilisation d'au moins deux matériaux métalliques, en feuille ou en tôle, distincts par leur nature, leurs propriétés mécaniques ou encore leur épaisseur en vue de réaliser une structure plus élaborée. Plus précisément, la présente invention propose d'utiliser des aciers à hautes caractéristiques mécaniques en combinaison avec des aciers plus ductiles pour réaliser une structure de poutre de poids optimisé et pouvant éventuellement présenter une section évolutive selon certains modes de réalisation. Il s'agit donc d'une structure composite réalisée à partir d'au moins deux matériaux métalliques distincts par la nature, les propriétés mécaniques ou par l'épaisseur.

[0042] Dans une poutre, le niveau de contrainte maximal est atteint au niveau des semelles. Le matériau choisi pour réaliser ces semelles doit donc présenter une limite d'élasticité aussi élevée que possible. C'est essentiellement la section de la semelle qui détermine le moment d'inertie : on doit donc pouvoir ajuster largeur et épaisseur pour optimiser résistance et encombrement. Les semelles peuvent éventuellement être réalisées en deux matériaux métalliques distincts au moins par la nature, les propriétés mécaniques ou l'épaisseur, par exemple pour optimiser le poids de la poutre en fonction des sollicitations ou des contraintes d'encombrement.

[0043] L'âme qui relie les semelles est soumise à la flexion mais surtout est le siège de contraintes de cisaillement et peut être localement sollicitée en compression. Pour optimiser le poids, on doit pouvoir utiliser une épaisseur de métal minimale. Ceci peut être réalisé en donnant aux âmes une géométrie améliorant leur résistance au flambement. Ceci implique que le métal utilisé pour les âmes doit présenter une ductilité meilleure que le métal utilisé pour les semelles, c'est-à-dire un rapport limite d'élasticité / charge de rupture inférieur, et certainement inférieur à 0,9.

[0044] Une section typique correspondant à l'invention est représentée à la figure 1.

[0045] Les semelles 1 et 1' sont réalisées dans un métal en feuille ou en tôle présentant une limite d'élasticité très élevée (HLE, THLE ou UHLE), un acier faiblement allié au carbone, par exemple. La limite d'élasticité est choisie aussi élevée que possible. Pour l'acier, elle va être située dans une fourchette de 400 à 1500 MPa, pour l'aluminium entre 200 et 800 MPa : le métal peut alors présenter une capacité de mise en forme très limitée.

[0046] Au sein d'une famille d'alliage donnée, par exemple les aciers, ou encore les alliages d'aluminium, plus la limite d'élasticité est élevée, plus la ductilité est réduite. La ductilité est bien reflétée par le rapport limite d'élasticité / charge de rupture. Ainsi, pour les alliages présentant une bonne capacité de mise en forme, ce rapport est nettement inférieur à 1, de l'ordre de 0,5, et pour les alliages présentant des propriétés mécaniques élevées, ce rapport va tendre vers 1, étant alors associé à une capacité de mise en forme très limitée. Le niveau de limite d'élasticité associé à cette faible capacité de mise en forme dépend de la famille d'alliage considérée. Ainsi, pour les aciers cette limite peut être située de 600 à 800 MPa selon la nuance considérée.

[0047] Les âmes 2 et 2' sont réalisées dans un métal en feuille ou en tôle présentant une ductilité meilleure que le métal des semelles, donc d'un niveau de rapport limite d'élasticité sur charge de rupture sensiblement inférieur, et en tous cas inférieur à 0,9. Idéalement, les âmes 2 et 2' ne sont pas planes mais présentent par exemple une ondulation 3. Un exemple typique de réalisation des âmes est représenté à la figure 2. L'objectif de cette ondulation est de renforcer la résistance au flambement des âmes : on peut ainsi réduire sensiblement leur épaisseur.

[0048] Pour réaliser cette forme, il est nécessaire d'employer un métal présentant un certain niveau de ductilité (rapport limite élastique / charge de rupture).

[0049] La forme présentée ici n'est donnée qu'à titre d'exemple : le principe est de profiter de la capacité de déformation du métal des âmes pour leur donner une géométrie améliorant leur résistance au flambement par compression : un autre exemple de réalisation des âmes est présenté à la figure 3. Ici, le renforcement est obtenu par des crevés 5 avec bord tombé 6 réalisés dans la paroi verticale de l'âme.

[0050] Les semelles et les âmes sont solidarisées au niveau des zones de jonction 4 par un procédé de soudure ou d'assemblage mécanique. Pour les procédés de soudure, on peut envisager par exemple la soudure par points, la soudure à la molette, la soudure laser, la soudure par diffusion, le brasage. Pour améliorer la productivité et pour rencontrer les problèmes de soudabilité posés par certains aciers à haute limite d'élasticité, on doit envisager de préférence des procédés d'assemblage mécanique comme l'assemblage par rivets, l'assemblage sans rivet par déformation locale connu sous le nom de clinchage, le sertissage.

[0051] Une variante particulièrement intéressante de

procédé d'assemblage est l'assemblage par ourlet. Ce type d'assemblage appliqué par exemple pour les boîtes de conserve peut être réalisé à la presse ou par des outils tournants de type molette. Un exemple typique de ce type d'assemblage appliqué à la présente invention est représenté à la figure 4. Un ourlet 7 est réalisé au niveau de chaque zone de jonction semelle 1 / âme 2. L'intérêt de ce type d'assemblage est double : de par sa géométrie, il contribue à renforcer la structure et il peut être réalisé à l'aide de procédés très productifs comme une presse d'emboutissage ou une machine de profilage.

[0052] Toutefois, dans le cas de l'assemblage par ourlet, il existe un risque non négligeable de glissement des éléments assemblés dans l'axe de la poutre ou du moins dans la direction longitudinale, si la poutre n'est pas rectiligne.

[0053] On peut facilement remédier à cet inconvénient, par exemple en interposant une colle entre les deux feuilles de métal au niveau de l'ourlet, en réalisant des soudures par fusion locale ou de préférence en écrasant localement l'ourlet avec un outil de presse comprenant par exemple un poinçon indenteur en forme de "V" terminé par un arrondi et une enclume plane. Cette opération peut être réalisée à la presse de façon très productive : un outillage peut en effet être conçu pour réaliser simultanément l'indentation de deux ourlets au moins, le pas d'indentation étant de l'ordre de 5 à 10 fois le diamètre extérieur de l'ourlet.

[0054] On peut également procéder à des découpes dentelées alternées dans la semelle et l'âme correspondante, de manière à garantir un blocage longitudinal des pièces (Figures 8). Ces découpes sont pratiquées lors des étapes de fabrication à la presse de ces pièces et présentent une hauteur inférieure à la circonférence de l'ourlet, par exemple le tiers de cette circonférence. La largeur des dents 20 est légèrement inférieure à celle des intervalles 21. Lors de l'assemblage des deux feuilles de métal par ourlet, les dents de la tôle se trouvant la plus proche de l'axe de l'ourlet s'imbriquent dans l'espace entre les dents de la feuille de métal extérieure réalisant ainsi un blocage selon l'axe de l'ourlet

[0055] La figure 5 représente un exemple d'outillage permettant de réaliser cet assemblage par ourlet à la presse. Les semelles 1 et les âmes 2 sont préparées en vue de la formation de l'ourlet comme indiqué en 9 : elles reçoivent une préforme qui amorce l'ourlet. Les pièces sont alors placées dans l'outillage qui est composé des éléments mobiles 10, 10' et 11, 11'. Ces éléments sont donc d'abord écartés, horizontalement pour 11 et 11', verticalement pour 10 et 10'. Les pièces 1 et 1' sont déposées sur 11 et 11' respectivement et maintenues par des moyens non représentés, un système magnétique par exemple. De même, les âmes 2 et 2' sont déposées sur les éléments mobiles 10 et 10' qui épousent la forme de l'ondulation 3. Les éléments 10 et 10' sont alors amenés dans la position indiquée à la figure 5, puis les éléments 11 et 11' : les outils 8, 8', 8" et 8''' se trou-

vent alors dans la situation indiquée pour l'outil 8. Les outils 8 sont alors déplacés simultanément ou successivement pour former l'ourlet et se trouver dans la position indiquée par 8', 8" et 8'''. Ce type d'outillage peut être monté sur une presse, les éléments 11 étant mis en mouvement par un système à cames générant un mouvement horizontal lors de la fermeture de la presse, les éléments 10, 8 et 8' étant mis en action par le coulisseau supérieur de la presse : 10 est monté sur ressort et sa course est limitée par une butée non représentée, 8 et 8' sont directement fixés au coulisseau de la presse. L'élément 10' repose sur la table de la presse et est donc fixe, les outils 8" et 8''' étant mis en action par un coulisseau inférieur de la presse. Ce type de mode d'assemblage par outil de presse permet de réaliser des formes dont la section n'est pas constante :

la distance entre les semelles 1 et 1' et entre les âmes 2 et 2' varie.

[0056] La figure 6 représente une vue d'un élément de poutre à section variable : la section A-A' est plus large et plus haute que la section B-B'.

[0057] Pour les profils de section constante, ce type d'assemblage par ourlet peut également être réalisé par outils à molette selon des procédés connus par ailleurs. Le système peut alors être intégré dans une ligne de profilage.

[0058] La figure 7 représente le schéma de principe d'un tel assemblage par galets. Deux galets 13 et 13' d'axes b-b' verticaux maintiennent les semelles latéralement, l'ourlet étant réalisé par deux galets 12, 12' d'axes a-a' horizontaux. Selon la difficulté de réalisation de l'ourlet, plusieurs trains de galets comme décrits à la figure 7 peuvent être utilisés pour réaliser l'ourlet de façon progressive.

Revendications

1. Structure de poutre comprenant au moins une semelle (1,1') réalisée en au moins un premier métal à hautes caractéristiques mécaniques, c'est-à-dire à haute résistance, présentant un rapport limite d'élasticité / charge de rupture proche de 1, et au moins une âme (2,2') réalisée en au moins un second métal, présentant une limite d'élasticité sensiblement inférieure à celle du premier métal, ladite âme étant assemblée de manière essentiellement perpendiculaire à ladite semelle, ladite semelle et ladite âme étant en feuille ou en tôle,
caractérisée en ce que :
 - le second métal présente un rapport limite d'élasticité / charge de rupture sensiblement inférieur à la valeur dudit rapport présenté par le premier métal et inférieur à 0,9;
 - ladite âme présente des caractéristiques géo-

métriques augmentant sa résistance au flambement, par rapport à une âme plane et pleine de même épaisseur et de même hauteur, et permettant, de diminuer son épaisseur et par conséquent le poids total de la structure.

2. Structure de poutre selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le premier métal est un acier présentant une limite d'élasticité supérieure à 400 MPa ou un alliage d'aluminium présentant une limite d'élasticité supérieure à 200 MPa.
3. Structure de poutre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'âme (2,2') présente une ondulation (3) dans le sens longitudinal de ladite structure.
4. Structure de poutre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'âme (2,2') présente une succession de crevés ou ouvertures (5) dans le sens longitudinal de ladite structure.
5. Structure de poutre selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins deux semelles (1,1') essentiellement parallèles entre elles.
6. Structure de poutre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins deux semelles (1,1') essentiellement parallèles entre elles et au moins deux âmes (2,2') essentiellement parallèles entre elles.
7. Structure de poutre selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les semelles (1,1') et les âmes (2,2') sont réalisées dans des matériaux métalliques distincts par leur nature, leurs propriétés mécaniques ou leur épaisseur.
8. Structure de poutre selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** les deux semelles (1,1') sont réalisées dans le même métal.
9. Structure de poutre selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** les deux semelles (1,1') sont réalisées dans des métaux différents, une première semelle étant réalisée dans un métal présentant un rapport limite d'élasticité / charge de rupture qui est différent de celui du métal réalisant l'autre semelle.
10. Structure de poutre selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** les deux semelles (1,1') présentent des épaisseurs différentes.
11. Structure de poutre selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce**

qu'elle présente une section qui n'est pas constante et qui varie selon la hauteur et / ou la largeur de ladite structure.

- 5 12. Procédé d'assemblage d'une structure de poutre, comprenant au moins une semelle (1,1') et au moins une âme (2,2'), selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'on assemble ladite semelle (1,1') et ladite âme (2,2'), en vue de former une section de jonction (4), par un procédé d'assemblage par fusion, de préférence la soudure par points, la soudure laser, la soudure à la mollette, la soudure par diffusion ou le brasage.
- 10 13. Procédé d'assemblage d'une structure de poutre, comprenant au moins une semelle (1,1') et au moins une âme (2,2'), selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'on assemble ladite semelle (1,1') et ladite âme (2,2'), en vue de former une section de jonction (4), par un procédé d'assemblage mécanique, de préférence l'assemblage par rivets, le sertissage simple ou le clinchage.
- 15 14. Procédé d'assemblage d'une structure de poutre, comprenant au moins une semelle (1,1') et au moins une âme (2,2'), selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'on assemble ladite semelle (1,1') et ladite âme (2,2'), en vue de former une section de jonction (4), par un procédé d'assemblage par sertissage par ourlet (7).
- 20 15. Procédé d'assemblage selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le rapport du rayon d'ourlet (7) à la somme des épaisseurs des différents éléments constitutifs le long de la section de jonction (4) est compris entre 2 et 10.
- 25 16. Procédé d'assemblage selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le rapport de la différence entre le rayon d'ourlet (7) et l'épaisseur de l'élément constitutif le plus extérieur sur l'épaisseur de l'élément constitutif le plus intérieur est supérieur à 2 et **en ce que** le rapport d'épaisseur des deux éléments est inférieur à 4.
- 30 17. Procédé d'assemblage selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'assemblage est réalisé à l'aide d'une presse.
- 35 18. Procédé d'assemblage d'une structure de poutre selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'assemblage par ourlet (7) est réalisé dans un même cycle de presse.
- 40 19. Procédé d'assemblage d'une structure de poutre selon l'une quelconque des revendications 14 à 18, **caractérisé en ce qu'après** ledit sertissage par
- 45
- 50
- 55

ourlet, un blocage dudit ourlet, vis-à-vis du glissement relatif d'une âme par rapport à une semelle le long de la section de jonction, est obtenu par collage, indentation ou imbrication.

5

Patentansprüche

1. Profil mit mindestens einem Gurt (1, 1' aus mindestens einem ersten Metall mit hohen mechanischen Eigenschaften, d.h. mit hoher Festigkeit und einem Verhältnis der Streckgrenze zur Bruchbelastung nahe 1, und mit mindestens einem Steg (2, 2') aus mindestens einem zweiten Metall mit einer Streckgrenze, die deutlich unter der des ersten Metalls liegt, wobei dieser Steg so mit besagtem Gurt verbunden ist, dass er im wesentlichen senkrecht zu ihm steht, und der Gurt und der Steg aus Band oder Blech bestehen, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

10

- das zweite Metall ein Verhältnis Streckgrenze/Bruchbelastung aufweist, das deutlich unter dem Wert dieses Verhältnisses beim ersten Metall und unter 0,9 liegt;
- der Steg geometrische Eigenschaften aufweist, die seine Knickfestigkeit im Vergleich zu einem ebenen, vollwandigen Steg der gleichen Dicke und Höhe erhöhen, und eine Verringerung seiner Dicke und folglich des Gesamtgewichts des Profils ermöglichen.

15

20

25

30

2. Profil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Metall ein Stahl mit einer Streckgrenze über 400 MPa oder eine Aluminiumlegierung mit einer Streckgrenze über 200 MPa ist.

35

3. Profil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steg (2, 2') in Längsrichtung des besagten Profils eine Wellenbewegung (3) aufweist.

40

4. Profil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steg (2, 2') eine Folge von Einschnitten oder Öffnungen (5) in Längsrichtung des besagten Profils aufweist.

45

5. Profil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens zwei im wesentlich zueinander parallele Gurte (1, 1') umfasst.

50

6. Profil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens zwei im wesentlich zueinander parallele Gurte (1, 1' und mindestens zwei im wesentlich zueinander parallele Stege (2, 2') umfasst.

55

7. Profil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Gurte (1, 1') und die Stege (2, 2') aus metallischen Werkstoffen hergestellt sind, die sich im Typ, ihren mechanischen Eigenschaften oder ihrer Dicke unterscheiden.

8. Profil nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Gurte (1, 1') aus dem gleichen Metall bestehen.

9. Profil nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Gurte (1, 1') aus unterschiedlichen Metallen bestehen, wobei ein erster Gurt aus einem ersten Metall besteht, das ein anderes Verhältnis Streckgrenze/Bruchbelastung aufweist, als das Metall, aus dem der andere Gurt besteht.

10. Profil nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Gurte (1, 1') unterschiedliche Dicken aufweisen.

11. Profil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen nicht konstanten Querschnitt aufweist, der sich in der Höhe und/oder der Breite dieses Profils ändert.

12. Fügeverfahren für ein Profil, bestehend aus mindestens einem Gurt (1, 1') und mindestens einem Steg (2, 2'), nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der besagte Gurt (1, 1' und der besagte Steg (2, 2') so verbunden werden, dass sie durch ein Schmelzfügeverfahren, vorzugsweise Punktschweißen, Laserschweißen, Nahtschweißen, Diffusionsschweißen oder Hartlöten, so zusammengefügt werden, dass sie einen Verbindungsbereich (4) bilden.

13. Fügeverfahren für ein Profil, bestehend aus mindestens einem Gurt (1, 1') und mindestens einem Steg (2, 2'), nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der besagte Gurt (1, 1') und der besagte Steg (2, 2') durch ein mechanisches Fügeverfahren, vorzugsweise durch eine Nietverbindung, einfache Falzverbindung oder Clinchverbindung so zusammengefügt werden, dass sie einen Verbindungsbereich (4) bilden.

14. Fügeverfahren für ein Profil, bestehend aus mindestens einem Gurt (1, 1') und mindestens einem Steg (2, 2'), nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der besagte Gurt (1, 1') und der besagte Steg (2, 2') mittels eines Fügeverfahrens durch Falzen mit Umschlagsfalz (7) so zusammengefügt werden, dass sie einen Verbindungsbereich (4) bilden.

15. Fügeverfahren nach Anspruch 14, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass das Verhältnis des Radius des Umschlagsfalzes (7) zur Summe der einzelnen Materialstärken der entlang des Verbindungsbereichs (4) angeordneten Teile zwischen 2 und 10 beträgt.

16. Fügeverfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Differenz zwischen dem Radius des Umschlagsfalzes (7) und der Stärke des äußersten Bauelements zur Metallstärke des innersten Bauelements mehr als 2 beträgt und dass das Verhältnis der Stärke der beiden Elemente zueinander weniger als 4 beträgt.
17. Fügeverfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fügeverfahren mit einer Presse durchgeführt wird.
18. Fügeverfahren für ein Profil nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fügen durch Umschlagsfalz (7) in einem einzigen Arbeitstakt der Presse durchgeführt wird.
19. Fügeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Falzen der Umschlagsfalz durch Kleben, Einbuchten oder Verschränken gegen das Verrutschen eines Steges in Bezug auf einen Gurt entlang des Verbindungsbereichs gesichert wird.

Claims

1. Girder structure comprising at least one flange (1, 1') made of at least one first metal with high mechanical characteristics, i.e. a high resistance, having an elastic limit/breaking load ratio close to 1, and at least one web (2, 2') made of at least one second metal having an elastic limit substantially inferior to that of the first metal, said web being essentially assembled perpendicular to said flange, said flange and said web being made of sheet metal or plate metal, **characterized in that:**
 - the second metal has an elastic limit/breaking load ratio substantially inferior to the value of said ratio of the first metal, and of less than 0,9;
 - said web has geometrical characteristics that increase its buckling strength in comparison with a flat and full web of the same thickness and the same height, allowing to decrease its thickness and consequently lower the total weight of the structure.
2. Girder structure according to Claim 1, **characterized in that** the first metal is a steel with an elastic limit higher than 400 MPa or an aluminium alloy with an elastic limit higher than 200 MPa.
3. Girder structure according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the web (2, 2') has a corrugation (3) in the longitudinal direction of said structure.
4. Girder structure according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the web (2, 2') has a succession of lances or apertures (5) in the longitudinal direction of said structure.
5. Girder structure according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises at least two flanges (1, 1') essentially parallel to each other.
6. Girder structure according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** it comprises at least two flanges (1, 1') essentially parallel to each other and at least two webs (2, 2') essentially parallel to each other.
7. Girder structure according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the flanges (1, 1') and the webs (2, 2') are made of metallic materials that differ in their nature, their mechanical properties or their thickness.
8. Girder structure according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the two flanges (1, 1') are made of the same metal.
9. Girder structure according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the two flanges (1, 1') are made of different metals, a first flange being made of a metal with an elastic limit/breaking load ratio different from that of the metal of the other flange.
10. Girder structure according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the two flanges (1, 1') have different thicknesses.
11. Girder structure according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it has a non-permanent cross section that varies according to the height and/or width of said structure.
12. Method for assembling a girder structure comprising at least one flange (1, 1') and at least one web (2, 2') according to any one of claims 1 to 11, **characterized in that** said flange (1, 1') and said web (2, 2') are assembled in order to form a junction section (4) by means of a fusion assembly method, preferably by spot welding, laser welding, seam welding, diffusion welding or brazing.
13. Method for assembling a girder structure comprising at least one flange (1, 1') and at least one web (2, 2') according to any one of claims 1 to 11, **characterized in that** said flange (1, 1') and said web

(2, 2') are assembled in order to form a junction section (4) by a mechanical assembly method, preferably by riveting, simple crimping or clinching.

14. Method for assembling a girder structure comprising at least one flange (1, 1') and at least one web (2, 2') according to any one of claims 1 to 11, **characterized in that** said flange (1, 1') and said web (2, 2') are assembled in order to form a junction section (4) by an assembly method by hem crimping. 5
10
15. Assembly method according to Claim 14, **characterized in that** the ratio of the hem radius (7) to the sum of the thicknesses of the various constituent elements along the junction section (4) is between 2 and 10. 15
16. Assembly method according to Claim 14, **characterized in that** the ratio of the difference between the radius of the hem (7) and the thickness of the outermost constituent element to the thickness of the innermost constituent element is higher than 2, and **in that** the thickness ratio of the two elements is lower than 4. 20
25
17. Assembly method according to Claim 13 or 14, **characterized in that** the assembly is performed by means of a press. 25
18. Method for assembling a girder structure according to Claim 14, **characterized in that** the hem (7) assembly is performed in the same press cycle. 30
19. Method for assembling a girder structure according to any one of claims 14 to 18, **characterized in that**, after said hem crimping, a blocking of said hem with respect to the relative sliding of a web relative to a flange along the junction section, is achieved by bonding, indentation or imbrication. 35
40

45

50

55

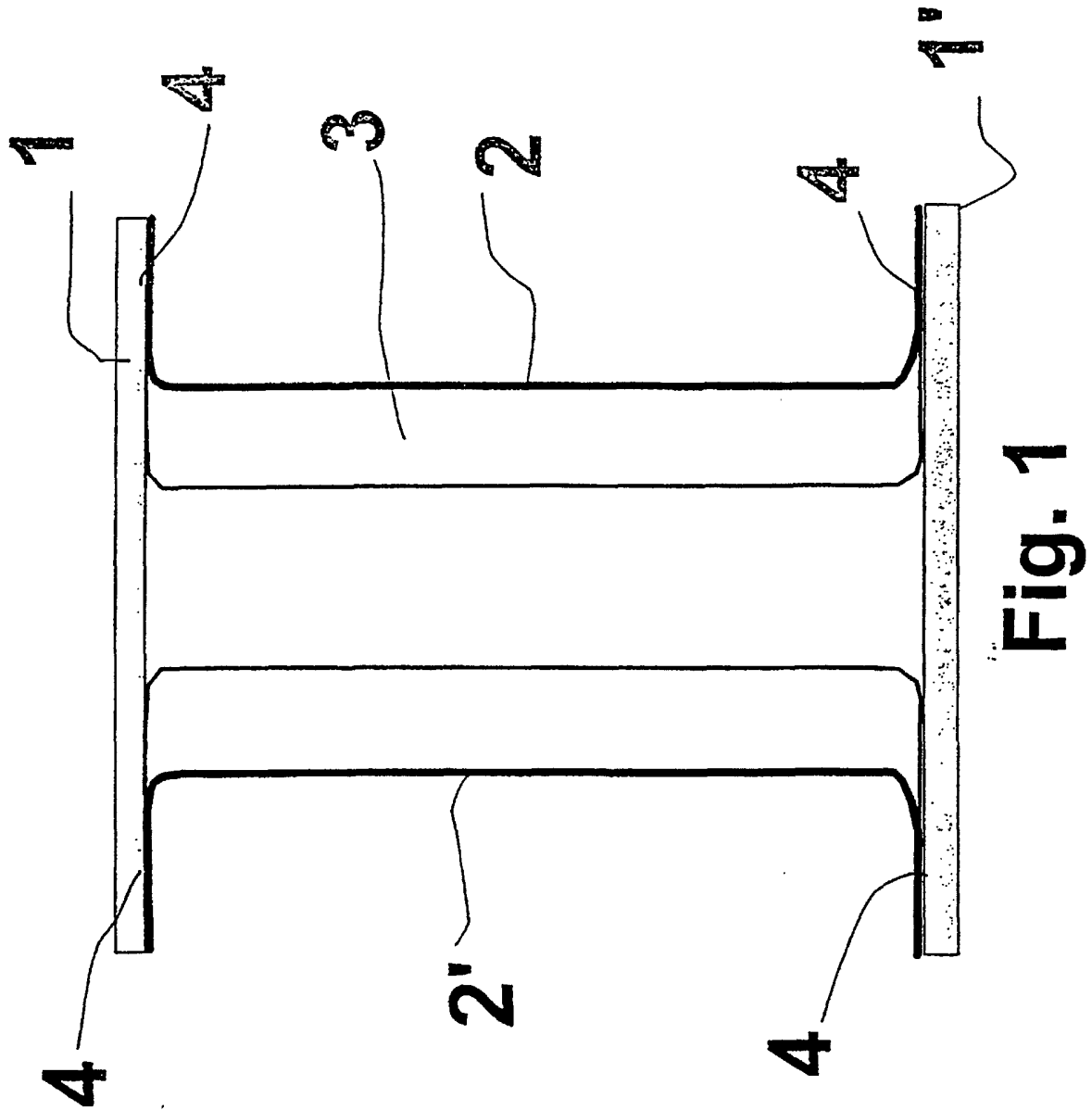
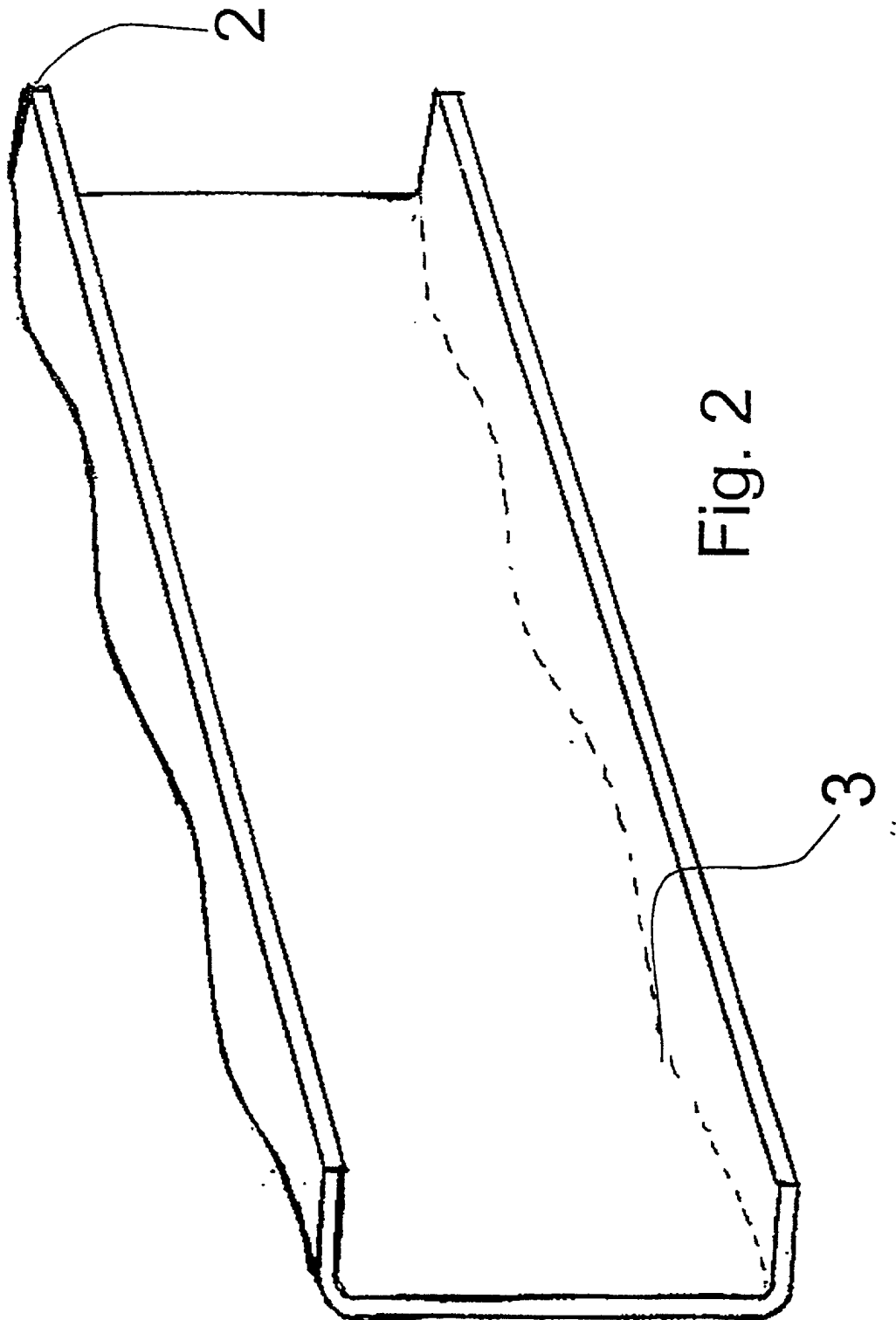


Fig. 1



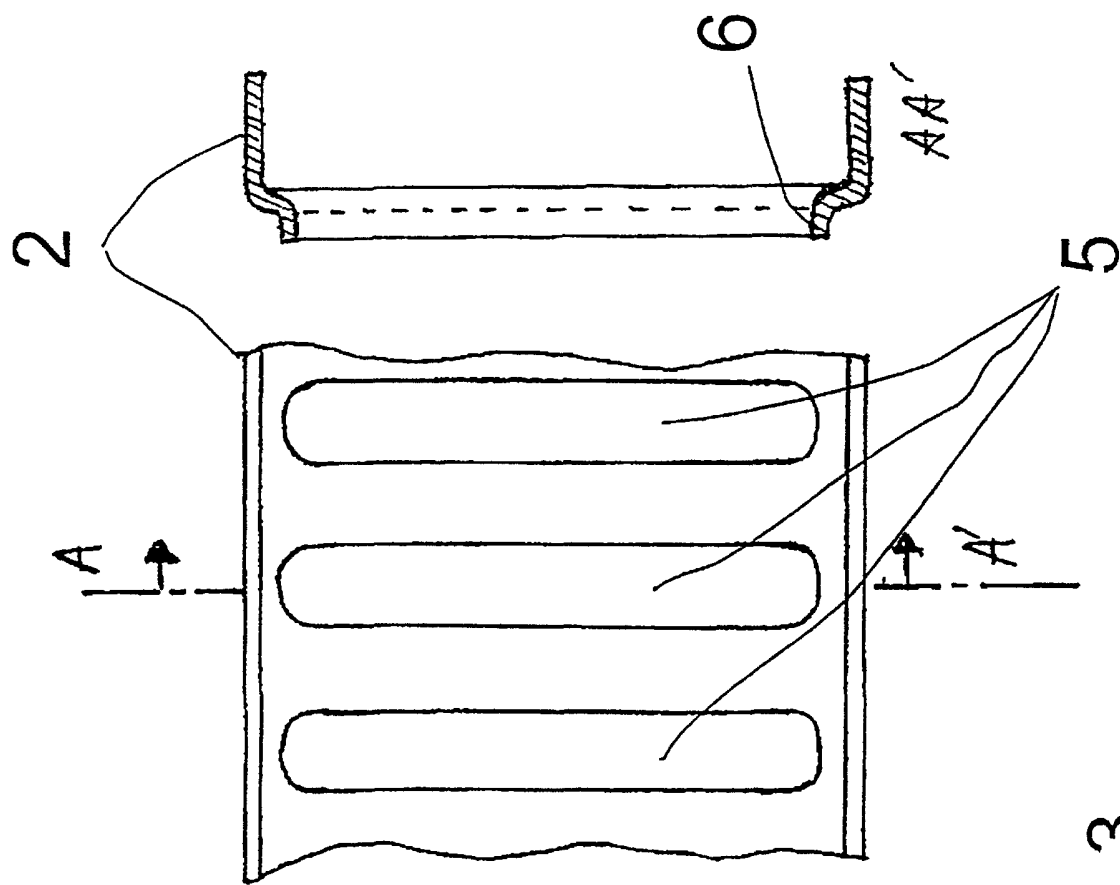


Fig. 3

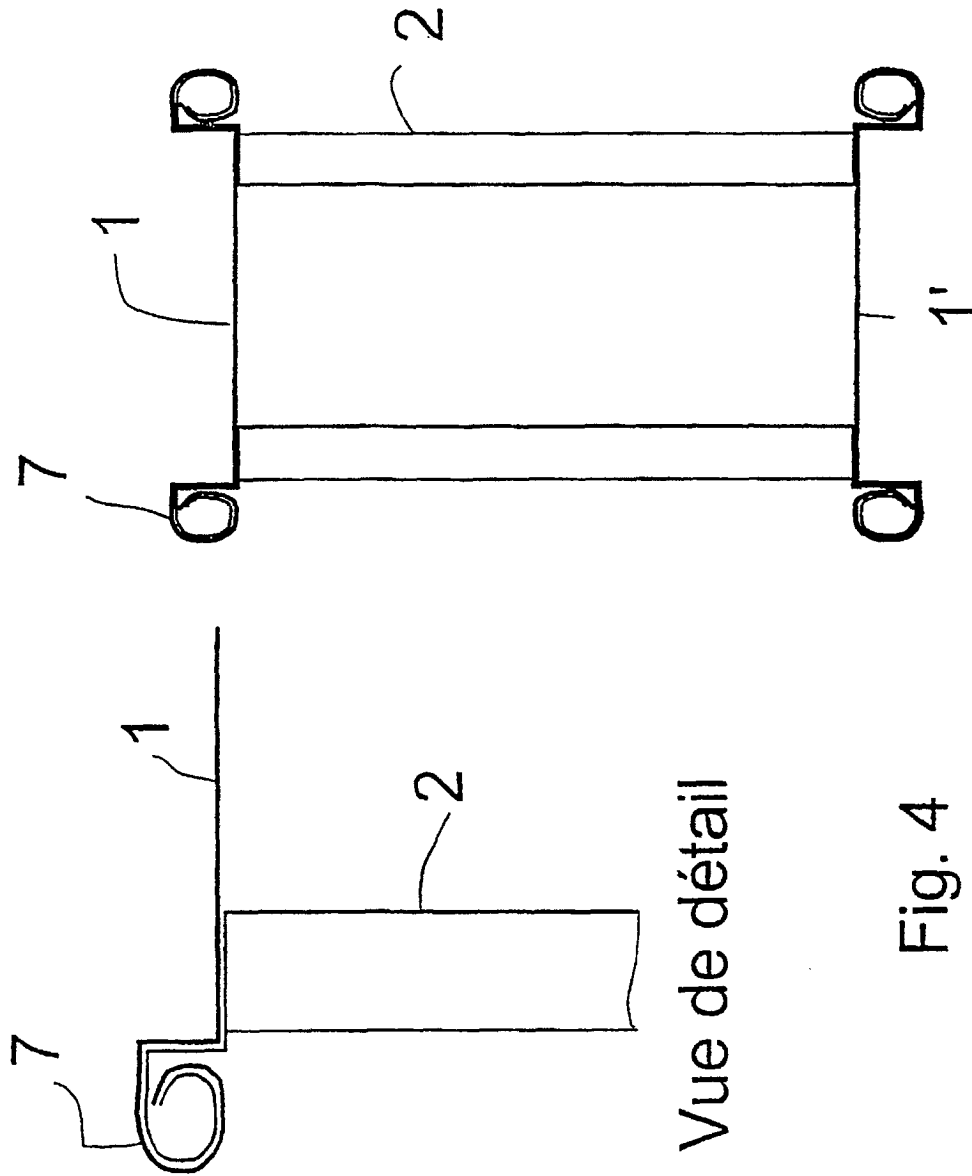


Fig. 4

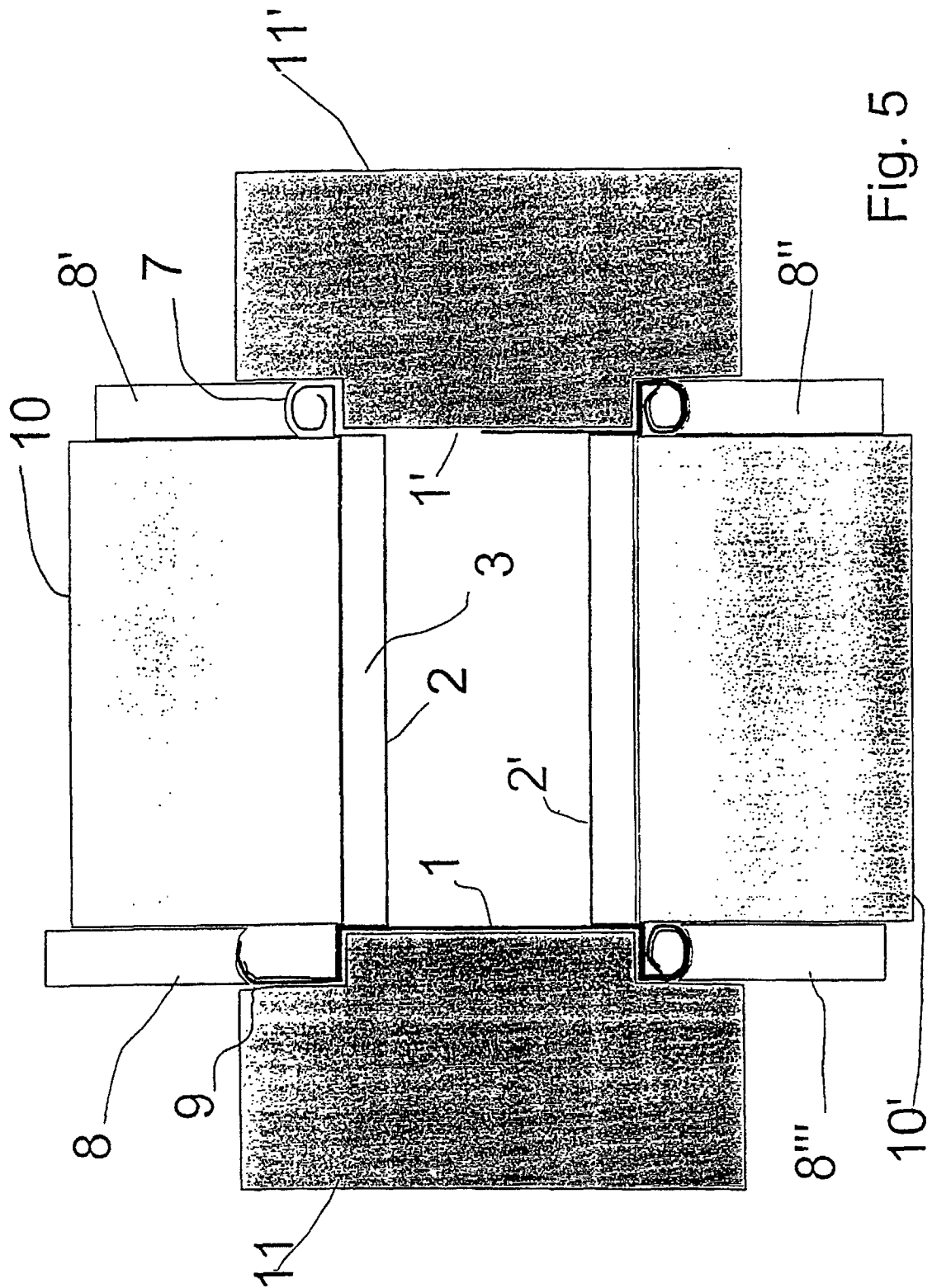


Fig. 5

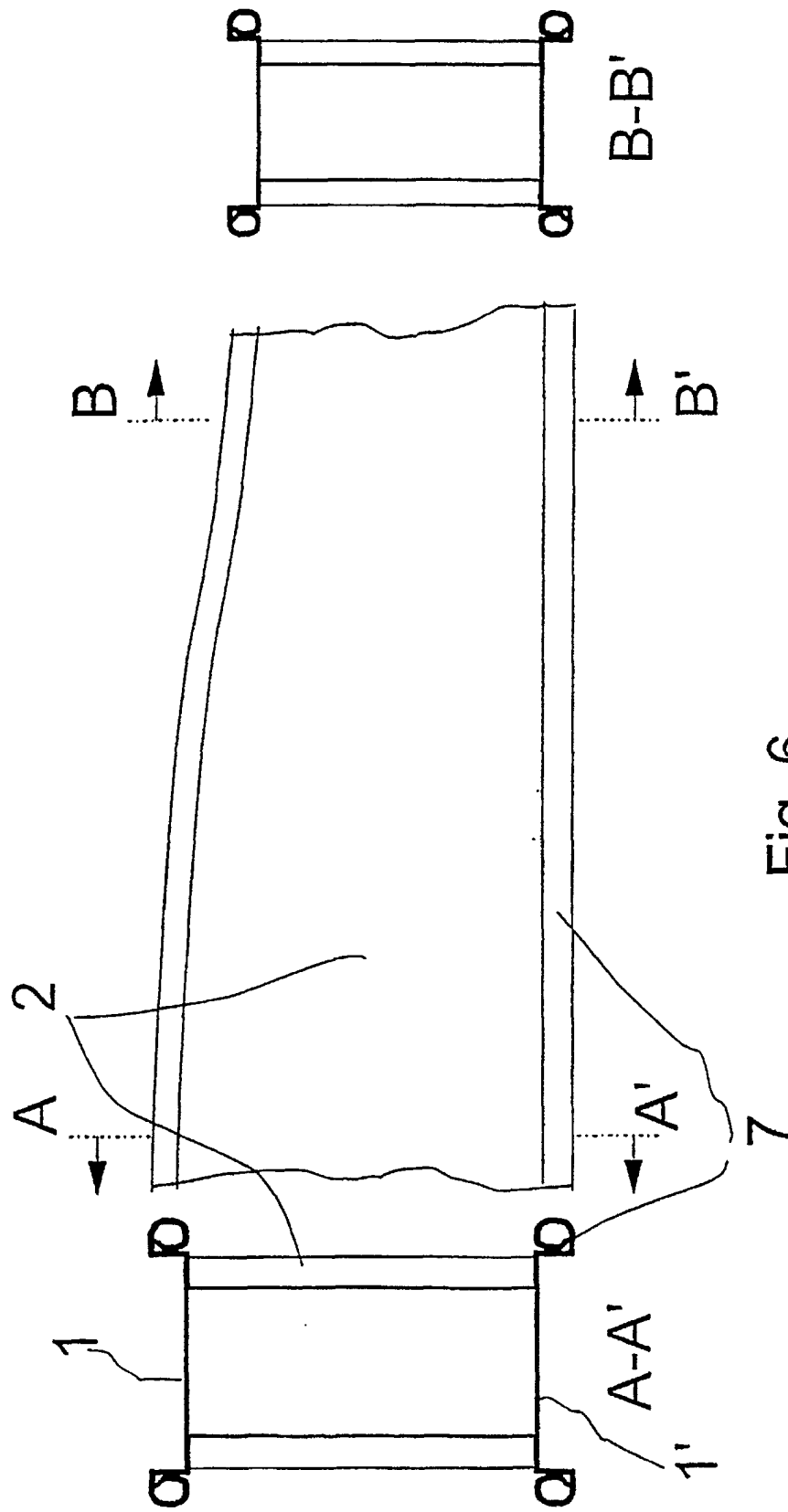
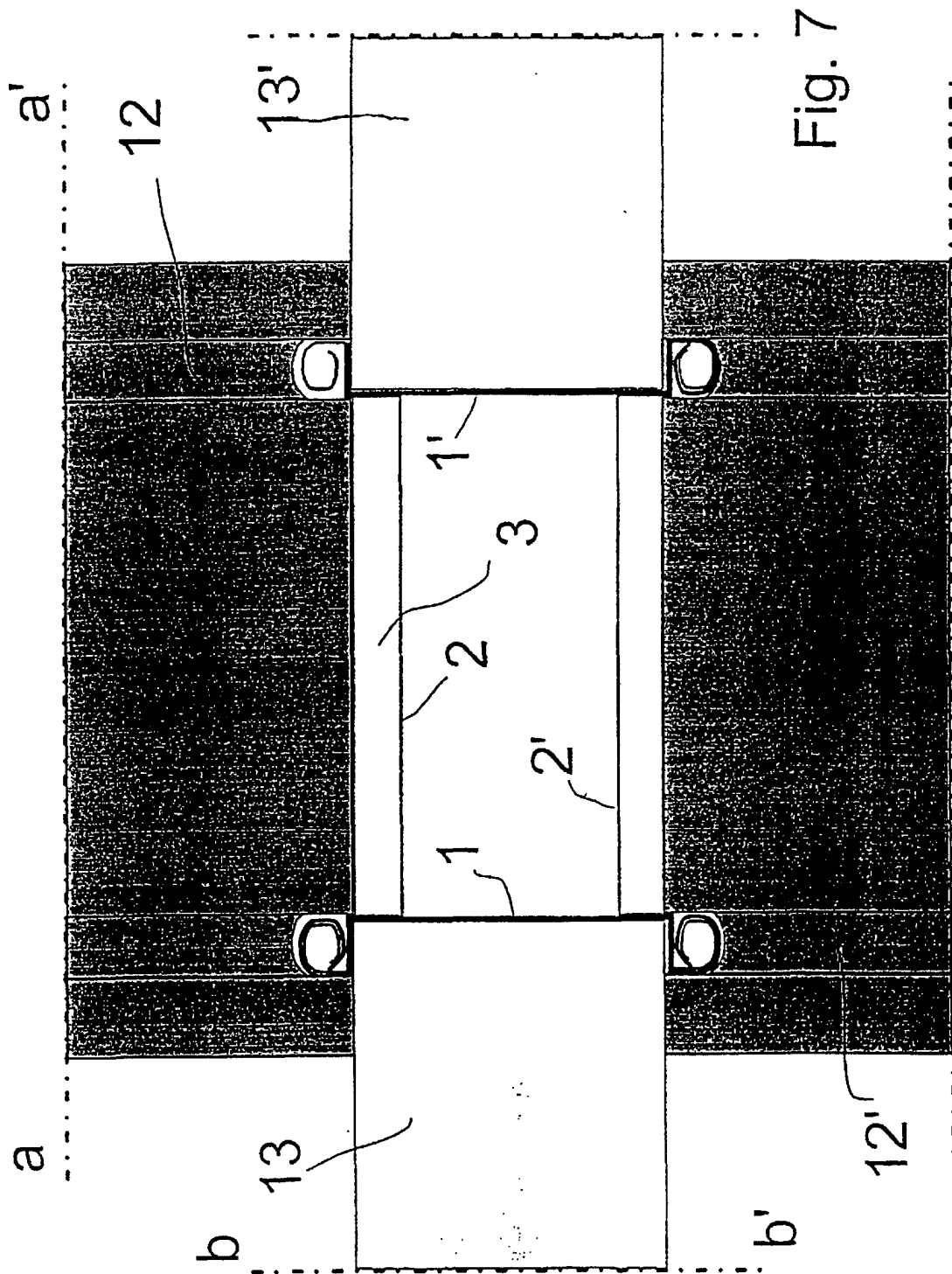


Fig. 6



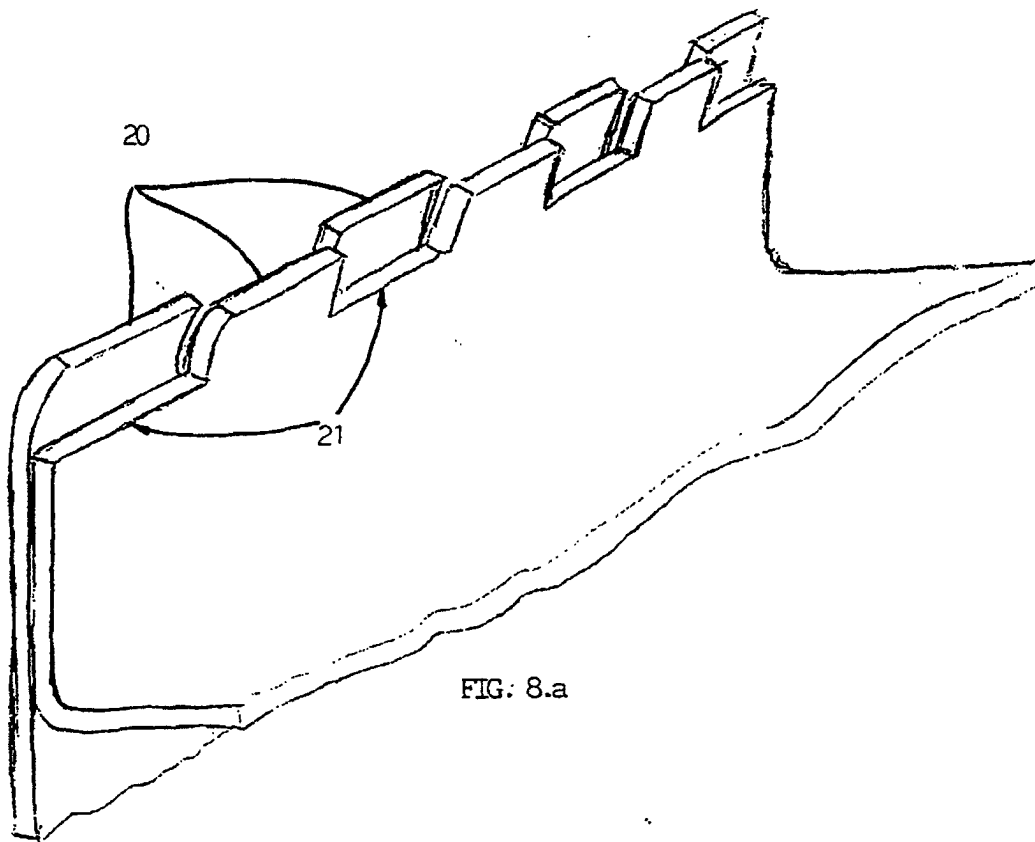


FIG. 8.a

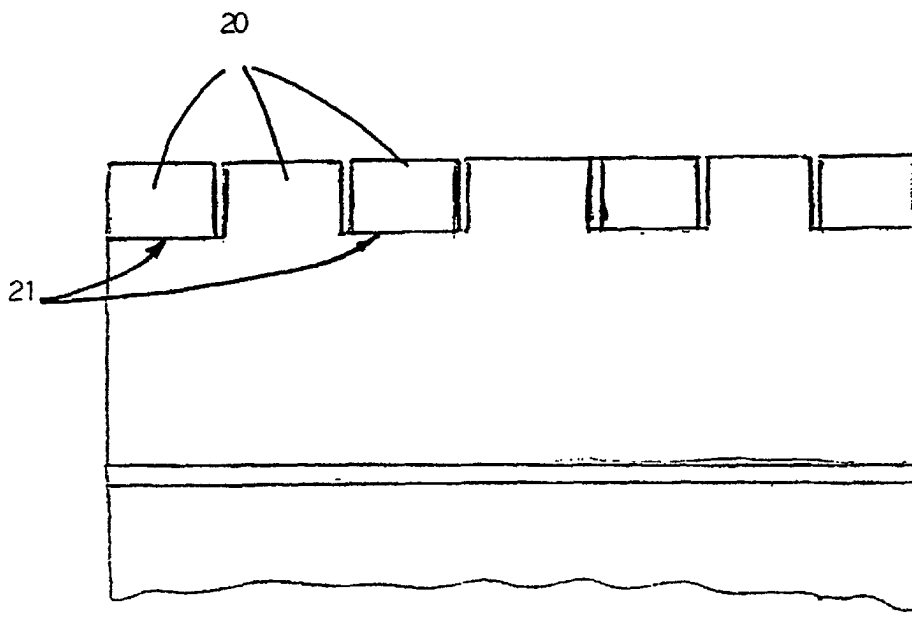


FIG. 8.b