

①⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

- ④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
18.10.89
- ⑤① Int. Cl. 4: **E 02 D 5/08**
- ②① Numéro de dépôt: **86901899.4**
- ②② Date de dépôt: **17.03.86**
- ②⑥ Numéro de dépôt international:
PCT/FR 86/00090
- ②⑦ Numéro de publication internationale:
WO 86/05532 (25.09.86 Gazette 86/21)

⑤④ **PALPLANCHES METALLIQUES FORMEES A FROID, PAR PROFILAGE OU PAR PLIAGE D'UNE TOLE, ET MURS CONSTITUES A PARTIR DESDITES PALPLANCHES.**

- ③⑩ Priorité: **15.03.85 FR 8504339**
- ④③ Date de publication de la demande:
02.12.87 Bulletin 87/49
- ④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
18.10.89 Bulletin 89/42
- ⑧④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE
- ⑤⑥ Documents cités:
DE-C- 185 650
DE-C- 507 754
FR-A- 353 692
FR-A- 358 472
FR-A- 445 323
US-A- 2 249 818

- ⑦③ Titulaire: **PROFILES ET TUBES DE L'EST, Messempré, F-08110 Carignan (FR)**
- ⑦② Inventeur: **DE LATTRE, Jean, 72, clos du Prieuré, F-57160 Rozerieulles (FR)**
Inventeur: **DURMEYER, Jean-Paul, Rue du Lac, F-57930 Mittersheim (FR)**
Inventeur: **DURMEYER, Gérard, Route du Pont Neuf, F-57930 Mittersheim (FR)**
- ⑦④ Mandataire: **DEGRET, Jacques, Cabinet Degret 24, place du Général Catroux, F-75017 Paris (FR)**

EP 0 247 054 B1

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).

Description

La présente invention concerne les palplanches, utilisées dans l'industrie du bâtiment et des travaux publics, pour la réalisation d'ouvrages de fondation, de soutènement, de protection, dont le rôle est de séparer deux milieux, généralement un milieu liquide d'un milieu solide et parfois un milieu gazeux d'un milieu liquide ou d'un milieu solide.

A titre d'exemples, il est connu d'utiliser des palplanches pour la construction: de rideaux pour la défense des berges des canaux et des rivières; d'écrans de protection contre les crues le long des routes et autoroutes, dans les zones inondables; de murs de quais dans les ports et le long des fleuves; de murs d'enceintes de piscines; de silos; de murs d'enceintes de cuvettes pour le stockage de gaz, notamment d'hydrocarbures; de blindages de tranchées, lors de fouilles; de rideaux de soutènement terrestres; de protections le long des routes pour retenir la chute de pierres.

Quelle que soit la nature du matériau constituant les palplanches (métal, béton ou bois), celles-ci ont toutes en commun de présenter sur toute leur longueur une section constante à profil particulier et de comporter, également sur toute leur longueur, deux moyens qui sont complémentaires l'un de l'autre et qui, par coopération avec les moyens complémentaires des palplanches voisines, vont constituer, par enclenchement longitudinal, des verrous longitudinaux continus relativement étanches. Le cas échéant, l'injection d'un produit d'étanchéité, tel un ciment ou une résine, dans l'espace vide existant entre deux moyens enclenchés du verrou, parachève cette étanchéité.

La présente invention concerne plus précisément le domaine des palplanches métalliques. Dans ce domaine, les verrous permettant l'enclenchement longitudinal des palplanches sont constitués par des assemblages mâle-femelle à queues d'aronde, à rotules ou à crochets.

On sait qu'il existe actuellement six nuances d'acier utilisées dans le monde — E 240 SP, E 270 SP, E 320 SP, E 360 SP, E 390 SP et E 430 SP — nuances pour chacune desquelles correspondent des contraintes admissibles fixées par rapport à la limite d'élasticité, et donc fixées tant du point de vue théorique (pour la valeur égale à la limite d'élasticité) que de points de vue pratiques lorsque l'on affecte à la contrainte théorique un coefficient de pondération de l'ordre de $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ qui dépend de la combinaison d'actions considérée.

On sait encore que, dans l'utilisation des palplanches d'acier, la contrainte est égale au moment fléchissant à absorber divisé par le module de résistance.

En conséquence, à qualité imposée d'acier, il est intéressant de disposer, par la forme des profilés, du module de résistance le plus élevé possible pour pouvoir absorber un moment fléchissant maximum.

Par simple application des formules mathématiques, on s'aperçoit que, pour augmenter la valeur du module, il est possible par exemple:

- soit d'augmenter l'épaisseur du profilé,
- soit d'augmenter la hauteur et/ou la largeur du profilé, et idéalement de faire en sorte que la masse du profilé soit la plus importante possible dans ses parties les plus éloignées de l'axe neutre, pour exploiter au mieux les paramètres de la formule $\sigma m d^2$.

Mais, pour des raisons d'ailleurs diverses, toutes les palplanches métalliques existantes sont limitées en modules à des valeurs maximales, fonction de la conformation de leur section, et ceci tant pour les palplanches profilées à froid que pour les palplanches laminées à chaud.

Dans le domaine des palplanches profilées à froid, les limites dans l'obtention de modules de résistance élevés sont essentiellement de trois ordres:

a) les épaisseurs des tôles, qui sont travaillées en opérations successives sur des machines à profiler, pour prendre progressivement la forme du profilé voulu, sont limitées à des valeurs de l'ordre de 12 mm;

b) les largeurs des tôles introduites dans les machines à profiler sont limitées à des valeurs de l'ordre de 1250 mm, limites qui sont imposées par le matériel de profilage lui-même; dans la mesure où les largeurs d'origine sont limitées, les développements des palplanches profilées le sont également, tant en hauteur d'ailes qu'en largeur d'âme;

c) les entre-axes entre les cylindres des galets des machines à profiler qui amènent progressivement la tôle à prendre la forme voulue ont également des limites; ainsi, sur les machines à profiler les plus performantes, les limites en hauteurs des profilages à froid sont actuellement de 240 mm pour les profilés en U et de 340 mm pour les profilés en S ou en Z.

Du fait de ces trois limites, les valeurs maximales des modules de résistance sont, à ce jour, de 1300 cm³/m pour les palplanches profilées à froid à section en U et de 2100 cm³/m pour les palplanches profilées à froid à section en S ou en Z.

Les deux valeurs précitées sont celles qui sont atteintes pour des rideaux simples, c'est-à-dire composés exclusivement de palplanches métalliques profilées à froid enclenchées tête-bêche, sans aucun renfort.

Par ailleurs, les palplanches profilées à froid utilisent pour moyens de verrouillage des assemblages à crochets, soit directement entre elles, soit par l'intermédiaire de pièces de raccord généralement profilées et dotées elles aussi de crochets de même conception.

Or, il est évident que la fabrication de tels crochets, toujours présents sur les deux bords latéraux des profilés, exige excessivement d'énergie; en outre, la formation de deux crochets entraîne une perte en largeur, sur le produit profilé fini, de quelques centimètres nécessaires pour la formation des boucles avec retour, perte qui n'en est pas moins considérable au moment de la prise en compte de la largeur utile du profilé fini, dans la détermination de sa section et de son développement à partir desquels est calculé le module de résistance de la palplanche.

En dernier lieu, il est à noter que les verrous à crochets ont pour autres inconvénients d'être difficiles d'accès, d'abord à l'instant des vérifications de fabrication, ensuite pour leur nettoyage après une première utilisation en vue de leur réemploi: il est en effet difficile d'éliminer par des pulvérisations d'eau ou d'air toutes les impuretés de terre ou de boue qui adhèrent en partie arrière des boucles des crochets.

Les palplanches laminées à chaud évitent les derniers inconvénients mentionnés à propos des crochets des palplanches profilées à froid dans la mesure où, pour leur verrouillage, elles utilisent en général des assemblages mâle-femelle à sections en queue d'aronde ou à rotule dont les outils sont peu tourmentés et dont les parties femelles, même les plus profondes, sont d'un accès plus aisé pour les vérifications d'après fabrication et pour les nettoyages.

Toutefois, la fabrication de palplanches laminées à chaud a ses inconvénients propres, dus principalement à la lourdeur du matériel de fabrication.

En effet, le laminage à chaud de profilés nécessite de six à huit passages entre les cylindres de laminage, cylindres dont le défaut est de s'user rapidement compte tenu des contraintes qu'ils subissent et des hautes températures — 950 à 1150° — auxquelles ils travaillent.

De plus, la réalisation de tout profil laminé à chaud nécessite un temps d'installation des cylindres de laminage qui correspond, en usine, à un poste spécifique, de sorte que toutes les petites commandes doivent être groupées pour pouvoir être honorées, ce qui souvent donne lieu à des délais d'attente excessivement longs.

Enfin les palplanches laminées à chaud ont également leurs limites dans l'obtention de modules de résistance élevés, limites dues elles aussi aux mêmes paramètres de dimension:

a) des épaisseurs des profilés laminés à chaud sont, en sortie de laminage, limitées à des valeurs de l'ordre de 24 mm;

b) les largeurs des profilés laminés à chaud sont limitées à des valeurs de l'ordre de 600 mm;

c) les profondeurs des profilés laminés en U sont limitées à des valeurs de l'ordre de 230 mm et les hauteurs des profilés laminés en S ou en Z sont limitées à des valeurs de l'ordre de 400 mm.

Les essais effectués à ce jour pour réaliser des profils laminés de dimensions plus importantes se sont toujours avérés décevants et, en pratique, au-delà des valeurs limites précitées, il est impossible d'obtenir un profil correct et en outre les cylindres de laminage peuvent casser.

Du fait de ces trois limites en dimension, les valeurs maximales des modules de résistance des palplanches laminées à chaud sont de 4200 cm³/m pour les sections en U et de 3850 cm³/m pour les sections en Z.

Les deux valeurs limites précitées sont, elles aussi, celles qui sont atteintes pour des rideaux simples, c'est-à-dire composés exclusivement de palplanches métalliques laminées à chaud enclenchées tête-bêche, sans aucun renfort.

Aussi, puisque les nécessités techniques exigent des modules de résistance de plus en plus élevés, il est fréquent que des rideaux simples de palplanches, qu'elles soient profilées à froid ou laminées à chaud, ne suffisent pas pour la simple raison qu'ils ne répondent pas aux besoins techniques; dans de tels cas, on a alors recours à des rideaux renforcés ou combinés, à l'aide de caissons, de poutrelles ou de tubes, grâce auxquels on peut atteindre les résistances à la flexion désirées.

La présente invention a pour but de remédier à l'ensemble des inconvénients qui viennent d'être exposés.

En premier lieu, les palplanches concernées par l'invention sont formées à froid, donc à l'aide d'un matériel dont l'utilisation est plus souple que celui nécessaire à la fabrication de laminés à chaud.

En deuxième lieu, l'invention propose de verrouiller longitudinalement ces palplanches à l'aide de moyens autres que des crochets, ce qui rend les contrôles de fabrication plus aisés et les nettoyages en vue de leur réemploi plus faciles, ce qui permet une économie d'énergie notable, et aussi et surtout ce qui évite les pertes de matière, de quelques millimètres de largeur, le long des deux bords longitudinaux des palplanches. Les palplanches sont donc du genre de celle décrite dans le document FR-A-445.323, et énoncée dans le préambule des revendications 1 et 7.

Ainsi, la largeur de la tôle employée pour la fabrication de la palplanche de l'invention est égale à la largeur développée de la palplanche profilée finie, et cette largeur participe dans sa totalité dans le calcul du module de résistance de ladite palplanche. A titre de comparaison, l'invention permet de profiler sur les machines existantes des palplanches à section en U dont le module de résistance peut atteindre 1850 cm³/m et des palplanches profilées en Z dont le module peut atteindre 4100 cm³/m.

Les valeurs précitées sont celles que l'on peut obtenir par profilage à froid de tôle d'une largeur de 1250 mm et d'une épaisseur de 12 mm.

Mais, dans la mesure où les palplanches que l'invention propose de mettre en œuvre se verrouillent à l'aide de moyens qui sont obtenus au cours d'opérations distinctes de celles du profilage de la tôle, leur transposition à d'autres solutions de formage à froid est aisée.

Notamment, puisque les formes des profilés que propose l'invention sont simples, on peut aisément les fabriquer par pliage d'une tôle.

A cet égard, on sait que l'on peut plier des tôles dont l'épaisseur peut atteindre 32 mm et l'on sait également que les tôles sont fabriquées jusqu'à des largeurs de l'ordre de 2 m, qu'une machine à plier peut aisément accepter. Autrement dit, les palplanches de l'invention pliées à froid peuvent alors atteindre des modules qui dépassent très largement les valeurs maximales connues à ce jour.

A titre d'exemples, à partir d'une tôle de 2000 mm de large et de 16 mm d'épaisseur, on peut former des palplanches à section en U dont le module est de 8900 cm³/m et, à partir d'une tôle de 1500 mm de large et de 16 mm d'épaisseur, on

peut former des palplanches profilées en Z dont le module est de $9100 \text{ cm}^3/\text{m}$. Pour des épaisseurs doubles de 32 mm, les valeurs des modules obtenus sont sensiblement du double de celles précitées.

Toutes ces valeurs sont bien entendu celles qui sont atteintes pour des rideaux simples de palplanches, respectivement en U et en Z, sans aucun renfort.

Mais, en outre, de par la conception de leur verrouillage, les palplanches à section en Z de l'invention, qu'elles soient profilées ou pliées, permettent pour la première fois un recouvrement partiel par leurs ailes et par une partie de leurs âmes. Ainsi, en rideau, les palplanches à section en Z de l'invention permettent d'atteindre des modules de résistance de $23500 \text{ cm}^3/\text{m}$ à partir de tôles de 20 000 mm de large et de 16 mm d'épaisseur.

En pratique, la mise en œuvre des palplanches selon l'invention évite désormais d'avoir recours à des articles, tels des murs composés ou renforcés, pour augmenter les modules. Cette circonstance est très avantageuse d'un point de vue économique car l'on sait que la réalisation de rideaux composés ou renforcés de la façon traditionnelle est extrêmement onéreuse, tant à la fabrication qu'au battage dans le sol des caissons, des tubes ou des poutrelles de renforcement.

Maintenant, selon les besoins du chantier, par la mise en œuvre d'une palplanche type, à section en U, en S ou en Z, que l'on adapte spécifiquement à ces besoins, par son épaisseur, sa largeur et sa hauteur, l'invention permet une réponse pratique à toutes les demandes des entrepreneurs.

La présente invention a donc pour premier objet une palplanche métallique formée à froid, par profilage ou par pliage d'une tôle, présentant sur toute sa longueur une section constante en Z comprenant une âme centrale et deux ailes latérales parallèles et de directions opposées, ladite palplanche comportant, également sur toute sa longueur, deux moyens qui sont complémentaires l'un de l'autre et qui s'étendent longitudinalement et continûment d'une extrémité transversale à l'autre de la palplanche, chacun desdits deux moyens étant destiné à coopérer avec le moyen complémentaire d'une palplanche voisine, par enclenchement longitudinal, pour constituer après cet enclenchement un verrou longitudinal continu relativement étanche, le premier moyen comportant une pièce rapportée recouvrant une partie de la palplanche et le second moyen étant formé le long d'un de ses deux bouts longitudinaux, par un repli plat de la tôle, caractérisée en ce que son premier moyen est constitué par une cornière rapportée sur l'âme, près d'une aile, le bord libre de la cornière étant tourné vers ladite première aile, et en ce que son second moyen est formé par un repli plat de la seconde aile tourné vers l'axe neutre de la palplanche selon un angle égal à celui que fait l'âme avec chacune de ses deux ailes.

Le fait que l'on rapporte une cornière sur l'âme de la palplanche et que l'on forme un repli le long de l'aile la plus éloignée de ladite cornière pour constituer ses éléments de verrouillage sur deux

palplanches voisines, de même conception, rend la fabrication d'une telle palplanche aisée. Ceci est la première conséquence de la disparition des verrous en forme de crochets. En outre, cette nouvelle conception des éléments constitutifs du verrouillage de la palplanche sur deux palplanches voisines fait que toute la largeur de la tôle d'origine est utile et que cette largeur est dans sa totalité prise en compte dans le calcul du module de résistance de la palplanche.

Selon alors une première construction, le bord libre de la cornière de la palplanche en Z est sensiblement perpendiculaire aux ailes.

Selon une seconde construction, le bord libre de la cornière de la palplanche en Z est sensiblement parallèle à l'âme.

Dans ces deux constructions, la palplanche peut comprendre une seconde cornière placée du même côté de l'âme, les bords libres des deux cornières étant tournés en directions opposées l'un de l'autre, la première aile près de laquelle est rapportée la première cornière formant alors également un repli plat tourné vers l'axe neutre selon un angle égal à celui que fait l'âme avec chacune de ses deux ailes, ledit repli étant donc parallèle et de direction opposée au repli qui, le long de la seconde aile, constitue le second moyen.

Dans ces diverses constructions de palplanches à section en Z, le bord libre de la cornière rapportée constituant le premier moyen est préférentiellement écarté de l'aile vers laquelle il est tourné d'une distance légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle.

En conclusion de l'exposé qui précède à propos de la palplanche en Z, on note que, de par la position relative du premier et du second moyens constituant les éléments de verrouillage de ladite palplanche sur deux palplanches identiques voisines, on obtient un recouvrement partiel des palplanches enclenchées tête-bêche, au niveau de leurs ailes et des parties de leurs âmes qui jouxtent ces ailes.

Dans ces zones de recouvrement, l'épaisseur du rideau constitué à partir des palplanches est donc double. Cette construction se révèle ainsi particulièrement avantageuse lorsqu'il est nécessaire de construire un mur de palplanche présentant des caractéristiques de résistance très élevées: en effet, les zones où le rideau est le plus épais correspondent aux zones les plus éloignées de l'axe neutre du rideau dont on sait qu'il est sensiblement situé dans le plan médian longitudinal dudit rideau situé à égale distance des plans extrêmes que forment les ailes. Autrement dit, cette structure de répartition de la matière vers les zones du rideau les plus éloignées de l'axe neutre correspond précisément à la structure idéale assurant l'obtention de modules de résistance élevés. C'est donc bien par cette construction de rideau de palplanches en Z à recouvrement partiel que la mise en œuvre de l'invention assure la réalisation de rideaux simples à caractéristiques de résistance très élevées.

La présente invention a pour deuxième objet une palplanche métallique formée à froid, par profilage ou par pliage d'une tôle, présentant sur toute

sa longueur une section constante à profil particulier en Z, en U ou en S et comprenant, également sur toute sa longueur, deux moyens qui sont complémentaires l'un de l'autre et qui s'étendent longitudinalement et continûment d'une extrémité à l'autre de la palplanche, chacun desdits deux moyens étant destiné à coopérer avec le moyen complémentaire d'une palplanche voisine, par enclenchement longitudinal, pour constituer après cet enclenchement un verrou longitudinal continu relativement étanche, le premier moyen comportant une pièce rapportée recouvrant une partie de la palplanche, caractérisée en ce que ledit premier moyen est constitué par au moins un profilé quadrangulaire, plein ou creux, de section carrée, rectangulaire ou trapézoïdale, rapporté sur la palplanche, et en ce que son second moyen est de même nature que ledit premier moyen, le profilé quadrangulaire dudit second moyen étant rapporté sensiblement le long d'un bord longitudinal de la palplanche.

Dans son application à une palplanche du type à section conformée en U ou en S, ce profilé quadrangulaire constituant le premier moyen est complété d'une cornière dont le pied est situé, relativement à la base du profilé, à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet dudit profilé et dont le bord libre, tourné vers ledit profilé parallèlement à son sommet, est situé dans un plan qui surplombe le plan dudit sommet d'une hauteur légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle. La cornière peut alors comporter une troisième aile qui prolonge son pied et est soudée à la palplanche. En autre variante conduisant à un verrou polyvalent, permettant d'enclencher entre elles des palplanches en U ou en S, de quelque modules et épaisseurs qu'elles soient, et permettant aussi d'enclencher des palplanches en U entre des palplanches en S, et inversement, le profilé quadrangulaire et la cornière constituent un ensemble monobloc que l'on soude alors par points ou par deux cordons en affleurement des deux bords longitudinaux des palplanches.

Dans l'application de ce moyen de verrouillage constitué par un profilé quadrangulaire à une palplanche du type à section conformée en Z, ladite palplanche est alors caractérisée en ce que sa première et sa seconde ailes forment un repli plat tourné vers l'axe neutre de la palplanche, en ce qu'un premier profilé quadrangulaire est placé à affleurement du repli de la seconde aile, sur sa face tournée vers l'âme, en ce qu'un deuxième profilé quadrangulaire est placé sur l'âme en vis-à-vis du premier profilé, lesdits premier et deuxième profilés étant situés à la même distance relativement à la seconde aile, et en ce qu'un troisième et un quatrième profilés quadrangulaires sont placés, respectivement sur le repli de la première aile et sur l'âme, sur les faces qui ne se font pas vis-à-vis, lesdits troisième et quatrième profilés étant situés à la même distance relativement au plan de la première aile, cette distance étant égale à celle qui sépare les premier et deuxième profilés de la seconde aile diminuée de la largeur du sommet desdits profilés.

Cette construction de palplanche en Z, comme la précédente, permet un recouvrement partiel des palplanches enclenchées tête-bêche, par leurs ailes et une partie de leurs âmes, si bien que des caractéristiques de haute résistance peuvent être également obtenues par la mise en œuvre de cette solution.

Avantageusement, la palplanche en Z peut, en-deçà de ses premier à quatrième profilés, comprendre un plat dont le pied est situé, relativement à la base du profilé, à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet dudit profilé. En variante, aux mêmes emplacements, la palplanche peut comprendre une cornière dont la première aile est soudée à la palplanche et dont le pied de la seconde aile est situé, relativement à la base du profilé, à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet dudit profilé.

Pour la réalisation d'un verrou polyvalent pour les palplanches en Z, chaque profilé quadrangulaire constitue, avec sa cornière la plus voisine, un ensemble monobloc.

Naturellement, la présente invention a également pour objet tout rideau essentiellement constitué à partir de palplanches en U, en Z ou en S répondant aux définitions précitées et enclenchées tête-bêche pour celles des deux premiers types, parallèlement les unes aux autres pour celles du troisième type.

Pour mieux faire comprendre les objets de la présente invention, on va décrire ci-après, à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, des modes de réalisation préférés en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels:

— la figure 1 est une vue en coupe transversale d'une palplanche à section en Z conforme à l'invention,

— la figure 2 est une vue en plan et en coupe d'un mur de palplanches obtenu par assemblage des profilés en Z de la figure 1 enclenchés tête-bêche,

— la figure 3 est une vue en plan et en coupe d'un autre mur de palplanches en Z à plus fort module,

— la figure 4 est une vue en plan et en coupe d'un mur de palplanches en Z sur chacune desquelles, en variante, le bord libre de la cornière est disposé parallèlement à l'âme,

— la figure 5 est une vue en plan et en coupe d'un autre mur de palplanches en Z, à fort module, palplanches dont l'âme est doublée d'un second moyen de verrouillage constitué par une seconde cornière,

— les figures 6 et 7 montrent, à plus grande échelle, les moyens de verrouillage des palplanches en Z telles que représentées, respectivement, aux figures 2 et 4,

— les figures 8 et 9 représentent, en plan et en coupe, des angles de murs de palplanches en Z obtenus à l'aide de palplanches d'angle spéciales dotées des moyens d'enclenchement conformes à l'invention,

— les figures 10 et 11 sont, vus en plan et en coupe, des murs de palplanches, respectivement

en U et en S, enclenchées à l'aide de profilés quadrangulaires et de cornières,

— les figures 12 à 15 montrent, à plus grande échelle, quatre variantes de réalisation des moyens de verrouillage constitués chacun d'un profilé quadrangulaire et d'une cornière, utilisés dans l'assemblage des palplanches en S et en U,

— la figure 16 est une vue en plan et en coupe d'un mur de palplanches en Z enclenchées à l'aide de profilés quadrangulaires et de cornières,

— les figures 17 et 18 montrent, à plus grande échelle, deux variantes de réalisation des moyens d'enclenchement des palplanches illustrées en figure 16,

— la figure 19 est une vue en plan et en coupe d'un mur de palplanches en Z enclenchées à l'aide de profilés quadrangulaires à section en trapèze rectangulaire,

— la figure 20 montre, à plus grande échelle, une variante de réalisation des moyens de verrouillage des palplanches illustrées en figure 19.

Dans toute la description qui va suivre, il sera pour simplification utilisé soit l'expression de «profilage», soit l'expression de «pliage» pour le formage à froid, à partir d'une tôle, d'une palplanche conforme à l'invention. Il est clair toutefois que, en regard de chaque expression, l'autre expression s'appliquera puisque, dans tous les cas, les palplanches formées à froid sont d'une conception identique, les palplanches pliées étant seulement plus épaisses et plus grandes en largeur et en hauteur que les palplanches profilées; cette considération vaut pour toutes les palplanches, qu'elles soient en U, en S ou en Z.

De même, pour simplification, il sera utilisé les seules expressions de «soudé, soudure et soudage» pour indiquer le mode de solidarisation des pièces rapportées sur les palplanches. Sur ce point, il est évident que l'assemblage des pièces rapportées et des palplanches peut aussi être obtenu par des moyens techniques équivalents, par exemple par boulonnage, par rivetage ou encore par collage.

Le terme «d'axe neutre» utilisé dans la présente description correspond à l'axe longitudinal médian du rideau obtenu par les enclenchements de palplanches. Cet axe neutre est donc: parallèle aux ailes des palplanches à section en Z, parallèle aux âmes des palplanches à section en U, et parallèle aux premières ailes des palplanches en S.

Enfin, le terme «d'affleurement» indique que la pièce rapportée est placée sensiblement le long du bord libre de la paroi sur laquelle elle est rapportée.

Conformément à l'invention, chaque palplanche comporte sur toute sa longueur deux moyens qui sont complémentaires l'un de l'autre et qui s'étendent longitudinalement, chacun desdits deux moyens étant destiné à coopérer avec le moyen complémentaire d'une palplanche voisine, pour constituer avec ce dernier, après enclenchement longitudinal, un verrou continu relativement étanche.

Le premier moyen est toujours une pièce rapportée recouvrant une partie de la palplanche.

En se fondant sur le premier principe de verrouillage longitudinal, à l'aide d'un moyen mâle constitué d'un repli formé le long d'un de ses deux bords longitudinaux et d'un moyen femelle constitué d'une cornière rapportée recouvrant une partie de la palplanche, il a été conçu une palplanche à profil en Z 70 selon la configuration représentée à la figure 1.

D'une manière traditionnelle, cette palplanche en Z comprend une âme centrale 71 et deux ailes latérales parallèles et de directions opposées, inclinées l'une de l'autre par rapport à l'âme d'un même angle γ compris entre 100° et 135° , lesdites ailes, pour faciliter la compréhension de la description qui va suivre, étant dénommées respectivement première aile 72 pour celle représentée en partie haute de la figure 1 et seconde aile 73 pour celle représentée en partie basse de ladite figure.

Conformément à l'invention, le premier moyen de verrouillage de cette palplanche 70 est constitué par une cornière 74 rapportée sur l'âme 71, près et du côté de la première aile 72, le bord libre 75 de la cornière étant tourné vers cette aile 72. Le second moyen, mâle, coopérant avec le moyen femelle précité, est formé par un repli plat 76 de la seconde aile 73 tourné vers l'axe neutre 80 de la palplanche, selon un angle égal à l'angle γ .

En première variante, la cornière 74 présente un bord libre 75 sensiblement perpendiculaire à l'aile 72. En seconde variante, le bord libre 75' de la cornière 74' est sensiblement parallèle à l'âme 71. Ces deux variantes ont été représentées en détail d'assemblage avec le moyen mâle de verrouillage 76 d'une palplanche voisine au figures 6 et 7, respectivement.

Pour permettre un bon verrouillage des moyens exploités selon ces deux variantes, il faut que:

— la longueur du repli 76 soit légèrement inférieure à la distance séparant la face intérieure de l'aile 72 du pied, respectivement 77, 77' repérant la ligne selon laquelle la cornière, respectivement 74, 74' est soudée par un cordon 78, 78' sur l'âme 71,

— le bord libre 75, 75' de la cornière rapportée 74, 74' soit écarté de l'aile 72 d'une distance légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle à partir de laquelle est formée la palplanche 70,

— le bord libre 75, 75' de la cornière 74, 74' soit toujours écarté de l'âme 71 d'une distance légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle, de façon à permettre le passage du repli 76 dans la cavité, respectivement 79, 79', ouverte entre l'aile 72 et le bord libre 75, 75'.

Les rideaux de palplanches en Z 70 assemblées tête-bêche, tels que représentés sur les figures 2 et 3, illustrent parfaitement le recouvrement partiel de ces palplanches dans les zones les plus éloignées de l'axe neutre 80. Ces parties en recouvrement sont en effet formées au moins des paires d'ailes 72 et 73 en coopération par enclenchement, et du repli 76 et de la partie extrême de l'âme 71 en regard de ce repli.

Au surplus, tant pour améliorer les caractéristiques de résistance du rideau, et notamment son module, que pour faciliter le guidage des palplanches 70 au cours de leur battage, la première aile

72 forme, au droit de l'arête 81 constituant la ligne de jonction de l'âme 71 et de la seconde aile 73, un repli plat 82 tourné vers l'axe neutre 80 selon un angle égal à l'angle γ .

Par comparaison des rideaux représentés aux figures 2 et 3, on voit que la valeur donnée à l'angle γ a une incidence importante dans la détermination des modules de résistance. Ainsi, pour un angle γ d'une valeur de 115° à 135° , le rideau sera d'un module normal; en dessous, et jusqu'à une valeur de 100° (rideau de la figure 3), on obtiendra des rideaux à très fort module dépassant très largement les valeurs accessibles à ce jour en rideaux simples. Par exemple, à partir d'une tôle de 16 mm d'épaisseur et de 2000 mm de largeur, on pourra conformer par pliage reproduisant la structure donnée à la figure 3, des profils en Z dont le module est de $23\,500\text{ cm}^3/\text{m}$. Dans ces profils, la hauteur est de 1240 mm, la largeur totale est de 1360 mm et la largeur utile prise au niveau de l'axe neutre est de 500 mm.

Il a été représenté à la figure 4 un rideau de palplanches à module normal, du type de celles constituant le rideau représenté à la figure 2, à la seule différence que les cornières 74 dont les bords libres 75 sont perpendiculaires à l'axe neutre 80 sont remplacées par des cornières 74' dont les bords libres 75' sont chacun parallèles au plan de l'âme 71 sur laquelle est rapportée la cornière 74'.

Enfin, il a été représenté à la figure 5 un rideau de palplanches en Z à fort module, formant donc entre elles des ondes successives dont les flancs sont davantage fermés que les flancs des ondes du rideau de la figure 4. Les palplanches étant plus hautes et ayant alors à subir des contraintes plus importantes, elles sont chacune avantageusement pourvues d'une seconde cornière 84 placée du côté de l'âme déjà doté de la première cornière 74', les bords libres 85, 75' des deux cornières 84, 74' étant coplanaires et tournés en directions opposées l'un de l'autre. Dans cette variante de réalisation, la première aile 72 près de laquelle est rapportée la première cornière 74' forme le repli plat 82 vu précédemment. De fabrication, la hauteur de ce repli 82 est légèrement inférieure à la distance séparant le pied de la cornière 84 de la seconde aile 73, et le bord libre 85 de ladite cornière, parallèle à l'âme 71, est séparé de cette âme d'une distance légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle. Ainsi, lors du battage d'une palplanche dans la palplanche voisine, le repli 82 s'enclenche longitudinalement entre la cornière 84 et l'extrémité de l'âme 71, ce qui a pour effet de former, le long du second bord longitudinal de la palplanche, un second verrou continu.

Pour la réalisation d'angles en un ou plusieurs points d'un rideau de palplanches en Z du type de ceux représentés aux figures 2 à 5, on a recours à des palplanches spéciales, directement dérivées d'une palplanche 70 quant à leurs moyens de verrouillage.

Ainsi, la palplanche 86 représentée à la figure 8 est une palplanche normale en Z 70 pliée d'un angle δ le long de la ligne longitudinale médiane de son âme 71. Cette palplanche 86 coopère par son

moyen de verrouillage mâle 76 avec la cornière 74 d'une palplanche 70' et par son moyen de verrouillage femelle 74 avec le repli 76 d'une palplanche 70''.

La palplanche d'angle 87 représentée à la figure 9 est également basée sur le principe de verrouillage de la palplanche en Z, mais à l'origine, avant pliage de son âme 71 selon l'angle δ , les ailes 72 et 73 de ladite palplanche 87 se trouvaient disposées du même côté de l'âme. Le moyen de verrouillage mâle 76 de la palplanche d'angle 87 coopère avec la cornière 74 d'une palplanche en Z normale 70' et le moyen de verrouillage femelle 74 de cette palplanche d'angle coopère avec le repli 76 d'une seconde palplanche normale 70''.

Pour une meilleure compréhension des dessins, les palplanches d'angle des figures 8 et 9 ont été représentées hachurées.

Selon une autre variante de l'invention, le second moyen de verrouillage d'une palplanche sur la palplanche voisine comporte une pièce rapportée placée en affleurement d'un de ses deux bords longitudinaux. Dans ce cas, le premier moyen et le second moyen de verrouillage sont de natures identiques, et par voie de conséquence le premier moyen est placé en affleurement de l'autre bord longitudinal de la palplanche lorsque celle-ci est à section en U (figure 10) ou en S (figure 11) et proche de l'autre bord longitudinal lorsque la palplanche est à section en Z (figures 16 et 19).

Pour toutes les sections de palplanches, en U, en S, en Z ainsi que pour les sections directement dérivées de l'une des sections précitées, le premier et le second moyens sont, de façon constante, constitués chacun par un profilé quadrangulaire, plein ou creux, de section carrée, rectangulaire ou trapézoïdale.

Pour une palplanche du type à section en U 130 (figure 10) ou en S 150 (figure 11), un profilé quadrangulaire plein, de section carrée, est extérieurement soudé par deux cordons 131 et 132 le long de chaque bord longitudinal, respectivement en 134 et 135 à l'extrémité des ailes 136 et 137 d'un U 130, et respectivement en 154 et 155 à l'extrémité des derniers retours 156 et 157 d'un S 150.

En arrière du profilé 134 est soudée sur l'aile 136 une cornière 138 dont le pied est situé, relativement à la base du profilé 134, à une distance légèrement supérieure à la largeur dudit profilé et dont le bord libre 139, tourné vers le profilé 134, parallèlement à son sommet, est situé dans un plan surplombant le plan dudit sommet d'une hauteur légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle constitutive du U 130 (ou du S 150).

En arrière du profilé 135 est soudée sur l'aile 137 une cornière 140 dont les caractéristiques sont identiques à celles de la cornière 138, le bord libre 141 de ladite cornière 140 étant notamment tourné vers le profilé 135 et situé dans un plan surplombant le plan du sommet de ce profilé 135 d'une hauteur légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle de la palplanche 130.

Compte tenu des relations dimensionnelles précitées, on voit que l'on forme entre le profilé quadrangulaire 134 et la cornière 138 une cavité 142

apte à recevoir un profilé quadrangulaire identique 135 soudé en partie extrême de l'aile 137 d'une autre palplanche 130, et réciproquement on forme entre le profilé quadrangulaire 135 et la cornière 140 de la palplanche une cavité 143 apte à recevoir un profilé quadrangulaire identique 134 placé à l'extrémité de l'aile 136 d'une autre palplanche 130.

L'enclenchement entre palplanche 130, 150 est donc possible longitudinalement, et il aboutit à la formation d'un verrou représenté plus en détail à la figure 12.

Dans une variante de réalisation représentée à la figure 13, la cornière 138, 140 est à section transversale en S, la troisième aile 144, 145 de cette cornière étant tournée à l'opposé du profilé quadrangulaire 134, 135 pour être soudée à l'aile 136, 137 selon deux cordons latéraux continus.

Selon encore une autre variante de réalisation représentée à la figure 14, la cornière comporte une troisième aile 146, 147 tournée vers le profilé quadrangulaire 134, 135 et s'étendant jusqu'à lui. Chaque ensemble profilé 134 (ou 135)-cornière 138 (ou 140) constitue alors un ensemble monobloc, respectivement 148, 149 qui est soudé à l'extrémité de l'aile 136, 137, soit le long de ses deux bords longitudinaux par deux cordons, ainsi qu'il est représenté à la figure 14, ou encore par points selon la ligne médiane longitudinale.

Naturellement, le profilé quadrangulaire 134, 135 peut présenter en section des formes autres que celles carrées, et par exemple il peut être rapporté sous la forme d'un rectangle ou d'un trapèze rectangle. Cette dernière disposition est d'ailleurs représentée à la figure 15, sous la forme d'un ensemble monobloc 148', 149' dans lequel le profilé quadrangulaire est un trapèze rectangle dont la petite base est fixée à l'extérieur de l'aile 136, 137 et dont le pan incliné est tourné vers l'arrière et vers l'extérieur, c'est-à-dire vers l'arête de la cornière 138, 140. Cette dernière construction facilite encore davantage le guidage entre palplanches au cours de chaque opération de battage.

Les réalisations précitées utilisant un profilé quadrangulaire 134, 135, éventuellement associé à sa cornière selon 148, 149, 148' et 149', ont pour avantage mécanique d'augmenter la résistance du verrou à la déformation. En outre, du fait de la disparition du repli 43 d'une aile 42, et son remplacement par un profilé soudé sur cette aile, on dispose en largeur de plus de manière. D'ailleurs, cette fois, toute la largeur de la tôle participe sans exclusion à la formation de la palplanche, d'où une nouvelle possibilité d'augmenter son module de résistance.

La structure monobloc des figures 14 et 15 apporte par ailleurs une solution quasi universelle au verrouillage entre palplanches dans la mesure où elle permet d'enclencher entre eux des profils en U 130 et/ou en S 150 de quelque modules et épaisseurs qu'ils soient, ou au minimum compatibles entre eux pour plusieurs gammes d'épaisseurs.

L'enclenchement des palplanches en S 150 tel que représenté à la figure 11 s'obtient de la façon qui a été vue précédemment à propos des palplanches en U 130 et à cet égard, sans observation

particulière, on pourra se référer également aux structures détaillées des figures 12 à 15.

La solution de verrouillage à l'aide de profilés quadrangulaires est également transposable aux palplanches à section en Z 170, conformément aux représentations données aux figures 16 et 19.

Dans ce cas, quatre profilés quadrangulaires sont nécessaires.

Chaque palplanche 170 est alors essentiellement définie par une âme centrale 171, une première aile 172 terminée par un repli 182 tourné vers l'axe neutre 180, et une seconde aile 173 terminée par un repli 176 également tourné vers l'axe neutre.

Les moyens de verrouillage rapportés sur les palplanches représentées à la figure 16 diffèrent légèrement quant à leurs positions relatives, de sorte à constituer un premier moyen mâle et un second moyen femelle.

Pour son moyen femelle, la palplanche 170 comprend un premier profilé 190 fixé en affleurement du bord longitudinal du repli 176, sur sa face tournée vers l'âme 171, et un deuxième profilé 191 placé sur l'âme, en vis-à-vis du profilé 190, les deux profilés 190 et 191 étant en outre situés à la même distance relativement à la seconde aile 173.

Pour ce qui concerne son moyen de verrouillage mâle, la palplanche 170 comprend un troisième profilé 192 et un quatrième profilé 193 placés, respectivement, sur le repli 182 et sur l'âme 171, sur les faces qui ne se font pas vis-à-vis, ses troisième et quatrième profilés 192 et 193 étant situés à la même distance relativement au plan de la première aile 172, cette distance étant égale à celle qui sépare les profilés 190 et 191 de l'aile 173 diminuée de la largeur desdits profilés.

Ainsi, deux palplanches 170 disposées tête-bêche pourront, par battage, être verrouillées l'une sur l'autre, le moyen mâle 172-182-192-193 d'une palplanche coulissant dans l'enceinte femelle définie par le repli 176, la seconde aile 173 et les profilés 190 et 191 de la seconde palplanche.

Complémentairement, chaque profilé quadrangulaire peut être associé à un plat 194 soudé sur le repli ou sur l'âme sur lequel ledit profilé est rapporté, le plat 194 ayant son pied situé, relativement à la base dudit profilé, à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet d'un profilé de sorte que, pendant l'opération de battage, un profilé de la palplanche voisine puisse s'encaster entre ledit plat et le profilé qu'il complète (figure 17).

Dans le même esprit, chaque profilé peut être complété d'une cornière 195 dont la première aile 196 est soudée à la palplanche et dont le pied de la seconde aile 197, est situé, relativement à la base du profilé, à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet dudit profilé (figure 17). Pour la réalisation d'un verrou polyvalent, la cornière 195 a son aile 196 tournée vers le profilé et reliée à celui-ci, de sorte à constituer un ensemble monobloc 198 (figure 18).

Dans chacune des constructions précitées, le profilé quadrangulaire 190 à 193 peut être de section carrée, rectangulaire, ou encore en forme de trapèze rectangle, et dans ce dernier cas le profilé est soudé à la palplanche par sa petite base, le pan

incliné de ce profilé trapézoïdal étant tourné vers l'aile 172 ou 173 la plus proche du profilé concerné. Une telle construction a été représentée sur toutes les palplanches constituant le mur de la figure 19, et plus en détail à la figure 20 pour le principe de son verrouillage monobloc 199.

Il est donné par le tableau I ci-annexé quelques caractéristiques mécaniques de palplanches conformes à l'invention, comparées à des palplanches de sensiblement même module obtenues par laminage à chaud. Ce choix de comparaison a été fait compte tenu de ce que les palplanches laminées à chaud permettent aujourd'hui d'obtenir en rideaux simples les modules de résistance les plus élevées. Le tableau I est réservé à la gamme des modules de 600 à 1500 cm³/m qui, dans les bas modules, est la gamme la plus traditionnelle. Les palplanches de l'invention et les palplanches laminées à chaud connues sont toutes à profils à section en U.

Pour le module de 600 cm³/m, on voit que la palplanche que propose l'invention permet, à module sensiblement équivalent, d'obtenir un moment d'inertie augmenté de près de 60%. Or, l'on sait que la déformation d'une palplanche est inversement proportionnelle à son moment d'inertie; autrement dit, la palplanche de l'invention se déforme moins que la palplanche laminée à chaud, pour sensiblement le même module. En second avantage, on voit que la palplanche de l'invention est nettement plus légère, pour la raison évidente qu'elle est obtenue à partir d'une tôle beaucoup plus fine. Or, on sait que tous les produits métallurgiques finis sont vendus au poids. Dans ces conditions, en premier avantage, la palplanche de l'invention est d'un prix moins élevé. En outre, puisque plus légère, elle est en second avantage plus facile à mettre en œuvre.

Certaines des observations qui précèdent s'appliquent aux autres éléments de comparaison. Par exemple, pour les modules voisins de 850 et de 927 cm³/m, la palplanche de l'invention est plus légère, plus fine et confère un meilleur moment

d'inertie. Pour les modules comparés de 1200 et 1236 cm³/m, on voit qu'à épaisseur égale la palplanche de l'invention est toujours plus légère que la palplanche laminée à chaud, ce qui implique que, structurellement, elle est plus efficace. Pour les modules comparés de 1545 et 1600 cm³/m, la palplanche de l'invention, quoique plus épaisse, est malgré tout plus légère.

Au-dessus d'un module de 1500 cm³/m, qui ouvre la gamme des modules moyens et des hauts modules, les palplanches que l'invention conseille de mettre en œuvre sont alors celles à section en Z.

Par le tableau II, il est donné quelques valeurs de comparaison entre les palplanches en Z de l'invention et les palplanches laminées à chaud, connues dans leurs sections choisies en U ou en Z donnant les valeurs de modules les plus voisines. On voit que, pour tous les modules comparés, la palplanche de l'invention est plus fine et surtout plus légère que la palplanche laminée à chaud traditionnelle.

Tous les profils en U et en Z de l'invention représentés sur les tableaux I et II sont obtenus par profilage, donc à partir de tôles fines (au plus égales à 12 mm) et d'une largeur d'origine ne dépassant pas 1250 mm.

Or, il est clair que tous les profils de l'invention, de par la simplicité de leur forme et leur absence de verrou à crochets, peuvent tout aussi aisément être fabriqués par pliage à froid.

Par exemple, à partir d'une tôle de 10 mm d'épaisseur et de 2000 mm de large pliée en Z, on obtient une palplanche de 344 kg/m², de 15 390 cm³/m de module.

On sait par ailleurs qu'au-delà de la valeur de 4200 cm³/m, il est aujourd'hui impossible de réaliser des rideaux simples, même à partir de palplanches laminées à chaud. Au-dessus de cette valeur de 4200 cm³/m, les solutions actuelles consistent donc à combiner des palplanches et des caissons mixtes de façon à renforcer les rideaux.

Tableau I

Type de palplanche	Largeur utile en mm	Hauteur en mm	Epaisseur d'ailes en mm	Poids en kg/m ²	Module de résistance en cm ³ /m	Moment d'inertie en cm ⁴ /m
U 130 L à C	700 600	164 113	4 6,4	52,95 77,00	618 600	10.645 6.750
U 130 L à C	700 600	166 135	6 7,2	75,64 92,50	927 850	15.968 11.500
U 130 L à C	700 600	168 155	8 8	98,13 107,00	1.236 1.200	21.291 18.600
U 130 L à C	700 500	170 170	10 9	120,72 139,00	1.545 1.600	26.614 27.500

Observations: U 130 = Palplanche à section en U de la figure 10 obtenue par profilage
L à C = Laminée à chaud traditionnelle

Tableau II

Type de palplanche	Largeur utile en mm	Hauteur en mm	Epaisseur d'ailes en mm	Poids en kg/m ²	Module de résistance en cm ³ /m	Moment d'inertie en cm ⁴ /m
Z 70 L à C	580 550	445 286	5 10	92,03 129,00	1.715 1.640	38.237 23.500
Z 70 L à C	580 500	445 380	6 10	110,43 158,00	2.058 2.000	45.884 38.000
Z 70 L à C	580 500	445 440	7 10	128,84 176,00	2.402 2.500	53.532 54.800
Z 70 L à C	580 500	445 450	9 11,5	165,65 212,00	3.088 3.200	68.828 72.000
Z 70 L à C	580 420	445 438	12 15	216,55 290,00	4.117 4.200	91.769 92.000

Observations: Z 70 = Palplanche à section en Z de la figure 1 obtenue par profilage
L à C = Laminée à chaud traditionnelle

Ainsi, à caractéristiques de modules sensiblement égales, une construction à partir de profils laminés à chaud combinant des caissons mixtes et des palplanches pour donner un module de 14 790 cm³/m s'obtient à partir de tôles d'épaisseur 16 mm pour un poids moyen de 420 kg/m².

Par comparaison des valeurs précitées, on voit qu'à modules sensiblement égaux, l'invention permet de fabriquer un rideau simple à partir d'une tôle plus fine, et surtout pour un poids nettement plus léger.

De plus, la solution de rideau combiné à partir de palplanches et de caissons laminés à chaud exprimée ci-dessus est celle qui, à ce jour, permet d'obtenir le module maximal connu.

Or, à ce stade, les palplanches que propose l'invention peuvent encore, par simple augmentation de leur épaisseur, donner des valeurs de module beaucoup plus importantes et, à titre d'exemple, à partir d'une tôle de 2000 mm de large et 16 mm d'épaisseur, il est possible d'obtenir en rideau simple de palplanches en Z un module de 23 500 cm³/m pour un poids de 532 kg/m².

Autrement dit, par la mise en œuvre de l'invention, il n'est plus jamais nécessaire d'avoir recours à des artifices de rideaux combinés pour obtenir des augmentations de module. Il suffit de prendre les profilés de section classique dont on augmente l'épaisseur et la hauteur pour obtenir les augmentations de module souhaitées. En outre, connaissant le module idéal, il est aisément possible de déterminer quelle est en section et en dimensions la palplanche de l'invention la plus adaptée aux besoins du maître d'œuvre.

En résumé, l'invention permet, en rideau simple:

- de palplanches en U profilées, de couvrir la gamme basse des palplanches laminées à chaud,
- de palplanches en Z profilées, de couvrir les gammes moyenne et haute des palplanches laminées à chaud,

– de palplanches en Z pliées, de remplacer les rideaux mixtes de palplanches renforcées par des caissons, des tubes ou des poutrelles.

Naturellement, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments, ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention. Ainsi, par exemple, il est possible d'associer à la structure de palplanches en Z des figures 1 à 3 une seconde équerre du type de celle représentée en 84 à la figure 5. Dans cette structure combinée, la première équerre 74 peut recevoir un produit d'étanchéité coulé dans la cavité 79, tandis que la seconde équerre représentée alors en pointillés par 200 à la figure 3 sert de guidage pendant le battage et améliore encore les caractéristiques mécaniques du rideau de palplanches.

Revendications

1. Palplanche métallique formée à froid, par profilage ou par pliage d'une tôle, présentant sur toute sa longueur une section constante en Z (70) comprenant une âme centrale (71) et deux ailes latérales (72, 73) parallèles et de directions opposées, ladite palplanche comportant, également sur toute sa longueur, deux moyens qui sont complémentaires l'un de l'autre et qui s'étendent longitudinalement et continûment d'une extrémité transversale à l'autre de la palplanche, chacun desdits deux moyens étant destiné à coopérer avec le moyen complémentaire d'une palplanche voisine, par enclenchement longitudinal, pour constituer après cet enclenchement un verrou longitudinal continu relativement étanche, le premier moyen

comportant une pièce rapportée recouvrant une partie de la palplanche et le second moyen étant formé le long d'un de ses deux bords longitudinaux, par un repli plat (76) de la tôle, caractérisée en ce que son premier moyen est constitué par une cornière (74, 74') rapportée sur l'âme, près d'une aile (72), le bord libre (75, 75') de la cornière (74, 74') étant tourné vers ladite première aile (72), et en ce que son second moyen est formé par un repli plat (76) de la seconde aile (73) tourné vers l'axe neutre (80) de la palplanche selon un angle égal à celui que fait l'âme avec chacune de ses deux ailes.

2. Palplanche selon la revendication 1, caractérisée en ce que le bord libre (75) de sa cornière (74) est sensiblement perpendiculaire aux ailes (72, 73).

3. Palplanche selon la revendication 1, caractérisée en ce que le bord libre (75') de sa cornière (74') est sensiblement parallèle à l'âme (71).

4. Palplanche selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisée en ce qu'elle comprend une seconde cornière (84, 200) placée du même côté de l'âme (71), les bords libres (75', 85) des deux cornières étant tournés en directions opposées l'un de l'autre, et en ce que la première aile (72) près de laquelle est rapportée la première cornière (74, 74') forme également un repli plat (82) tourné vers l'axe neutre (80) selon un angle égal à celui que fait l'âme avec chacune de ses deux ailes, ledit repli (82) étant donc parallèle et de direction opposée au repli (76) qui, le long de la seconde aile (73), constitue le second moyen.

5. Palplanche selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que le bord libre (75, 75') de la cornière rapportée (74, 74') constituant le premier moyen est écarté de l'aile (72) vers laquelle il est tourné d'une distance légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle.

6. Palplanche selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisée en ce que le bord libre (85) de la seconde cornière (84, 200) est parallèle à l'âme (71) et écarté de cette âme d'une distance légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle.

7. Palplanche métallique formée à froid, par profilage ou par pliage d'une tôle, présentant sur toute sa longueur une section constante à profil particulier en Z, en U ou en S et comportant, également sur toute sa longueur, deux moyens qui sont complémentaires l'un de l'autre et qui s'étendent longitudinalement et continûment d'une extrémité transversale à l'autre de la palplanche, chacun desdits deux moyens étant destiné à coopérer avec le moyen complémentaire d'une palplanche voisine, par enclenchement longitudinal, pour constituer après cet enclenchement un verrou longitudinal continu relativement étanche, le premier moyen comportant une pièce rapportée recouvrant une partie de la palplanche, caractérisée en ce que ledit premier moyen est constitué par au moins un profilé quadrangulaire (134, 154, 192-193), plein ou creux, de section carrée, rectangulaire ou trapézoïdale, rapporté sur la palplanche, et en ce que son second moyen (135, 155, 190-191) est de même nature que ledit premier moyen, le profilé quadrangulaire dudit second moyen étant rapporté sensi-

blement le long d'un bord longitudinal de la palplanche.

8. Palplanche selon la revendication 7, du type à section conformée en U (130) ou en S (150), caractérisée en ce que son premier moyen est complété d'une cornière (138) dont le pied est situé, relativement à la base du profilé (134, 154), à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet dudit profilé et dont le bord libre (139), tourné vers ledit profilé parallèlement à son sommet, est situé dans un plan qui surplombe le plan dudit sommet d'une hauteur légèrement supérieure à l'épaisseur de la tôle.

9. Palplanche selon la revendication 8, caractérisée en ce que la cornière (138) comporte une troisième aile (144) qui prolonge son pied et est soudée à la palplanche (130, 150).

10. Palplanche selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisée en ce que le profilé quadrangulaire et la cornière constituent un ensemble monobloc (148, 148').

11. Palplanche selon la revendication 7, du type à section conformée en Z (170), caractérisée en ce que sa première (172) et sa seconde (173) ailes forment un repli plat (182, 176) tourné vers l'axe neutre (180) de la palplanche, en ce qu'un premier profilé quadrangulaire (190) est placé à affleurement du repli (176) de la seconde aile (173), sur sa face tournée vers l'âme (171), en ce qu'un deuxième profilé quadrangulaire (191) est placé sur l'âme en vis-à-vis du premier profilé, lesdits premier (190) et deuxième (191) profilés étant situés à la même distance relativement à la seconde aile (173), et en ce qu'un troisième (192) et quatrième (193) profilés quadrangulaires sont placés, respectivement sur le repli (182) de la première aile (172) et sur l'âme (171), sur les faces qui ne se font pas vis-à-vis, lesdits troisième et quatrième profilés étant situés à la même distance relativement au plan de la première aile, cette distance étant égale à celle qui sépare les premier (190) et deuxième (191) profilés de la seconde aile (173) diminuée de la largeur du sommet desdits profilés.

12. Palplanche selon la revendication 11, caractérisée en ce que, en deçà de ses premier à quatrième profilés (190-193), elle comprend un plat (194) dont le pied est situé, relativement à la base du profilé, à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet dudit profilé.

13. Palplanche selon la revendication 11, caractérisée en ce que, en deçà de ses premier à quatrième profilés (190-193), elle comprend une cornière (195) dont la première aile (196) est soudée à la palplanche (170) et dont le pied de la seconde aile (197) est situé, relativement à la base du profilé, à une distance légèrement supérieure à la largeur du sommet dudit profilé.

14. Palplanche selon la revendication 13, caractérisée en ce que chaque profilé quadrangulaire constitue, avec sa cornière la plus voisine, un ensemble monobloc (198).

15. Mur de palplanches, caractérisé en ce qu'il est essentiellement constitué à partir des palplanches selon l'une des revendications 1 à 14 enclen-

chées tête-bêche (130, 70, 170) ou parallèlement (150).

Patentansprüche

1. Metallspundwandbohle, die durch Profilierung oder Biegung eines Blechs kaltgeformt ist und auf ihrer gesamten Länge einen konstanten Z-förmigen Querschnitt mit einem zentralen Steg (71) und zwei parallelen, in entgegengesetzte Richtungen weisenden Querschenkeln (72, 73) aufweist, welche Spundwandbohle auf ihrer gesamten Länge weiterhin zwei zueinander komplementäre Einrichtungen aufweist, die sich in Längsrichtung und durchgehend von einem Querende zum anderen der Spundwandbohle erstrecken, wobei jede der genannten zwei Einrichtungen dazu bestimmt ist, mit der komplementären Einrichtung einer benachbarten Spundwandbohle durch Längsverkopplung zusammenzuwirken, um nach dieser Verkopplung einen relativ dichten, durchgehenden Längverschluss zu bilden, wobei die erste Einrichtung ein angesetztes Teil aufweist, das einen Teil der Spundwandbohle überdeckt, und die zweite Einrichtung längs einem ihrer zwei Längsränder durch eine flache Umbiegung (76) des Blechs ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass ihre erste Einrichtung durch ein Winkelprofil (74, 74') gebildet ist, das an den Steg nahe einem Schenkel (72) angesetzt ist, wobei der freie Rand (75, 75') des Winkelprofils (74, 74') gegen den genannten ersten Schenkel (72) gerichtet ist, und dass ihre zweite Einrichtung durch eine flache Umbiegung (76) des zweiten Schenkels (73) gebildet ist, die gegen die neutrale Achse (80) der Spundwandbohle in einem Winkel umgebogen ist, der gleich jenem ist, den der Steg mit jedem seiner zwei Schenkel bildet.

2. Spundwandbohle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Rand (75) ihres Winkelprofils (74) im wesentlichen senkrecht zu den Schenkel (72, 73) verläuft.

3. Spundwandbohle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Rand (75') ihres Winkelprofils (74') im wesentlichen parallel zu dem Steg (71) verläuft.

4. Spundwandbohle nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein zweites Winkelprofil (84, 200) aufweist, das auf derselben Seite des Steges (71) angeordnet ist, wobei die freien Ränder (75', 85) der zwei Winkelprofile in zueinander entgegengesetzte Richtungen gewendet sind, und dass der erste Schenkel (72), nahe welchem das erste Winkelprofil (74, 74') angesetzt ist, gleichfalls eine flache Umbiegung (82) aufweist, die gegen die neutrale Achse (80) unter einem Winkel gebogen ist, der gleich jenem ist, den der Steg mit jedem seiner zwei Schenkel bildet, so dass die genannte Umbiegung (82) parallel und in entgegengesetzter Richtung zu der Umbiegung (76) ist, die längs des zweiten Schenkels (73) die zweite Einrichtung bildet.

5. Spundwandbohle nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der freie

Rand (72, 75') des angesetzten Winkelprofils (74, 74'), das die erste Einrichtung bildet, im Abstand zu dem Schenkel (72) verläuft, gegen den er gerichtet ist, wobei dieser Abstand geringfügig grösser als die Dicke des Bleches ist.

6. Spundwandbohle nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Rand (85) des zweiten Winkelprofils (84, 200) parallel zu dem Steg (71) verläuft und von diesem Steg einen Abstand hat, der geringfügig grösser als die Dicke des Bleches ist.

7. Metallspundwandbohle, die durch Profilierung oder Biegung eines Blechs kaltgeformt ist und auf ihrer gesamten Länge einen konstanten Profilquerschnitt insbesondere in Z-, U- oder S-Form hat und auf ihrer gesamten Länge weiterhin zwei Einrichtungen aufweist, die zueinander komplementär sind und die sich in Längsrichtung und durchgehend von einem zum anderen Querende der Spundwandbohle erstrecken, wobei jede dieser zwei Einrichtungen dazu bestimmt ist, mit der komplementären Einrichtung einer benachbarten Spundwandbohle durch Längsverkopplung zusammenzuwirken, um nach dieser Verkopplung einen relativ dichten, durchgehenden Längverschluss zu bilden, wobei die erste Einrichtung ein Teil aufweist, das einen Teil der Spundwandbohle überdeckt, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte erste Einrichtung von wenigstens einem vollen oder hohlen Vierkantprofil (134, 154, 192-193) von quadratischem, rechteckigem oder trapezoidförmigem Querschnitt gebildet ist, das an der Spundwandbohle angesetzt ist, und dass ihre zweite Einrichtung (135, 155, 191-192) von gleicher Natur wie die genannte erste Einrichtung ist, wobei das Vierkantprofil dieser zweiten Einrichtung im wesentlichen längs eines Längsrandes der Spundwandbohle angesetzt ist.

8. Spundwandbohle nach Anspruch 7 von U- oder S-förmigem Querschnitt (130, 150), dadurch gekennzeichnet, dass ihre erste Einrichtung von einem Winkelprofil (138) vervollständigt wird, dessen Fuss relativ zur Basis des Profils (134, 154) einen Abstand hat, der geringfügig grösser als die Breite des Scheitels des genannten Profils ist und dessen freier Rand (139), der parallel zu seinem Scheitel gegen das genannte Profil gerichtet ist, in einer Ebene liegt, die über der Ebene des genannten Scheitels einer Höhe verläuft, die leicht grösser als die Dicke des Blechs ist.

9. Spundwandbohle nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Winkelprofil (138) einen dritten Schenkel (144) aufweist, der seinen Fuss verlängert und der an der Spundwandbohle (130, 150) angeschweisst ist.

10. Spundwandbohle nach einem der Ansprüche 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Vierkantprofil und das Winkelprofil eine einstückige Einheit (148, 148') bilden.

11. Spundwandbohle nach Anspruch 7 von Z-förmigem Querschnitt (170), dadurch gekennzeichnet, dass ihre ersten und zweiten Schenkel (172, 173) eine flache Umbiegung (182, 176) bilden, die gegen die neutrale Achse (180) der Spundwandbohle gebogen sind, und dass ein er-

stes Vierkantprofil (190) an der Flachseite der Umbiegung (176) des zweiten Schenkels (173) auf seiner Seite angebracht ist, die gegen den Steg (171) gerichtet ist, und dass ein zweites Vierkantprofil (191) an dem Steg gegenüber dem ersten Profil angebracht ist, wobei die genannten ersten und zweiten Profile (190, 191) in gleichem Abstand in bezug auf den zweiten Schenkel (173) angeordnet sind, und dass ein drittes und ein viertes Vierkantprofil (192, 193) auf der Umbiegung (182) des ersten Schenkels (172) bzw. dem Steg (171) auf den Seiten angebracht sind, die sich einander nicht gegenüberstehen, wobei die genannten dritten und vierten Profile in gleichem Abstand relativ zur Ebene des ersten Schenkels angeordnet sind, wobei dieser Abstand gleich jenem ist, der die ersten und zweiten Profile (190, 191) des zweiten Schenkels (173), vermindert um die Breite der Scheitel der genannten Profile, voneinander trennt.

12. Spundwandbohle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie auf seiten ihrer ersten bis vierten Profile (190-193) ein Flachprofil (194) aufweist, dessen Fuss in bezug auf die Basis des Profils in einer Distanz angeordnet ist, die geringfügig grösser als die Breite des Scheitels des genannten Profils ist.

13. Spundwandbohle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass auf seiten ihrer ersten bis vierten Profile (190-193) sie ein Winkelprofil (195) aufweist, dessen erster Schenkel (196) an der Spundwandbohle (170) angeschweisst ist und von dem der Fuss des zweiten Schenkels (197) in bezug zur Basis des Profils in einem Abstand angeordnet ist, der geringfügig grösser als die Breite des Scheitels des genannten Profils ist.

14. Spundwandbohle nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Vierkantprofil zusammen mit seinem nächstgelegenen Winkelprofil eine einstückige Einheit (198) bildet.

15. Spundwandbohlenwand, dadurch gekennzeichnet, dass sie im wesentlichen aus Spundwandbohlen nach einem der Ansprüche 1 bis 14 gebildet ist, die zueinander verkeehrt (130, 70, 170) oder parallel (150) verkoppelt sind.

Claims

1. Metal pile plank cold formed by metal sheet shaping or bending, possessing over its entire length a constant Z-shaped cross-section (70) comprising a central core (71) and two parallel lateral wings (72, 73) in opposite directions, the said pile plank possessing, likewise over its entire length, two means which are mutually complementary and which extend longitudinally and continuously from one transverse end of the pile plank to the other, each of the said two means being intended to interact with the complementary means of an adjacent pile plank, by longitudinal locking, in order to form a relatively leaktight continuous longitudinal lock after this locking, the first means comprising an attached piece covering part of the pile plank and the second means being for-

med along one of its two longitudinal edges by a flat double fold (76) of the metal sheet, characterized in that its first means is formed by an angle steel (74, 74') attached to the core, close to one wing (72), the free edge (75, 75') of the angle steel (74, 74') facing the said first wing (72), and in that its second means is formed by a flat double fold (76) of the second wing (73) facing the neutral axis (80) of the pile plank at an angle equal to that which the core forms with each of its two wings.

2. Pile plank according to Claim 1, characterized in that the free edge (75) of its angle steel (74) is substantially perpendicular to the wings (72, 73).

3. Pile plank according to Claim 1, characterized in that the free edge (75') of its angle steel (74') is substantially parallel to the core (71).

4. Pile plank according to one of Claims 2 and 3, characterized in that it comprises a second angle steel (84, 200) placed on the same side of the core (71), the free edges (75', 85) of the two angle steels facing in opposite directions to one another, and in that the first wing (72), close to which the first angle steel (74, 74') is attached, likewise forms a flat double fold (82) facing the neutral axis (80) at an angle equal to that which the core forms with each of its two wings the said double fold (82) thus being parallel and in an opposite direction to the double fold (76) which, along the second wing (73), forms the second means.

5. Pile plank according to one of Claims 2 to 4, characterized in that the free edge (75, 75') of the attached angle steel (74, 74') forming the first means is set apart from the wing (72) towards which it faces by a distance slightly greater than the thickness of the metal sheet.

6. Pile plank according to one of Claims 4 and 5, characterized in that the free edge (85) of the second angle steel (84, 200) is parallel to the core (71) and set apart from this core by a distance slightly greater than the thickness of the metal sheet.

7. Metal pile plank cold formed by metal sheet shaping or bending, possessing over its entire length a constant cross-section having a particular Z-, U- or S-shaped profile and comprising, likewise over its entire length, two means which are mutually complementary and which extend longitudinally and continuously from one transverse end of the pile plank to the other, each of the said two means being intended to interact with the complementary means of an adjacent pile plank, by longitudinal locking, in order to form a relatively leaktight continuous longitudinal lock after this locking, the first means comprising an attached piece covering part of the pile plank, characterized in that the said first means is formed by at least one solid or hollow quadrangular profile (134, 154, 192-193), of square, rectangular or trapezoidal cross-section, attached to the pile plank, and in that its second means (135, 155, 190-191) is of the same type as the said first means, the quadrangular profile of the said second means being attached substantially along a longitudinal edge of the pile plank.

8. Pile plank according to Claim 7, of the type having a U-shaped (130) or S-shaped (159) cross-section, characterized in that its first means is completed by an angle steel (138) whose foot is situated, relative to the base of the profile (134, 154), at a distance slightly greater than the width of the top of the said profile, and whose free edge (139), facing the said profile parallel to its top, is situated in a plane which overhangs the plane of the said top by a height slightly greater than the thickness of the metal sheet.

9. Pile plank according to Claim 8, characterized in that the angle steel (138) possesses a third wing (144) which extends its foot and is welded to the pile plank (130, 150).

10. Pile plank according to one of Claims 8 and 9, characterized in that the quadrangular profile and the angle steel form a monobloc assembly (148, 148').

11. Pile plank according to Claim 7, of the type having a Z-shaped cross-section (170), characterized in that its first (172) and its second (173) wings form a flat double fold (182, 176) facing the neutral axis (180) of the pile plank, in that a first quadrangular profile (190) is placed flush with the double fold (176) of the second wing (173), on its surface facing the core (171), in that a second quadrangular profile (191) is placed on the core opposite the first profile, the said first (190) and second (191) profiles being situated at the same distance relative to the second wing (173), and in that a third (192) and fourth (193) quadrangular

profiles are placed, respectively, on the double fold (182) of the first wing (172) and on the core (171), on the surface which do not face, the said third and fourth profiles being situated at the same distance relative to the plane of the first wing, this distance being equal to that which separates the first (190) and second (191) profiles from the second wing (173), less the width of the top of the said profiles.

12. Pile plank according to Claim 11, characterized in that, on the near side of its first to fourth profiles (190-193), it comprises a web (194) whose foot is situated, relative to the base of the profile, at a distance slightly greater than the width of the top of the said profile.

13. Pile plank according to Claim 11, characterized in that, on the near side of its first to fourth profiles (190-193), it comprises an angle steel (195) whose first wing (196) is welded to the plank (170) and the foot of whose second wing (197) is situated, relative to the base of the profile, at a distance slightly greater than the width of the top of the said profile.

14. Pile plank according to Claim 13, characterized in that each quadrangular profile forms, with its nearest angle steel, a monobloc assembly (198).

15. Wall of pile planks, characterized in that it is essentially formed from pile planks according to one of Claims 1 to 14, locked in a head-to-foot (130, 70, 170) or parallel (150) arrangement.

35

40

45

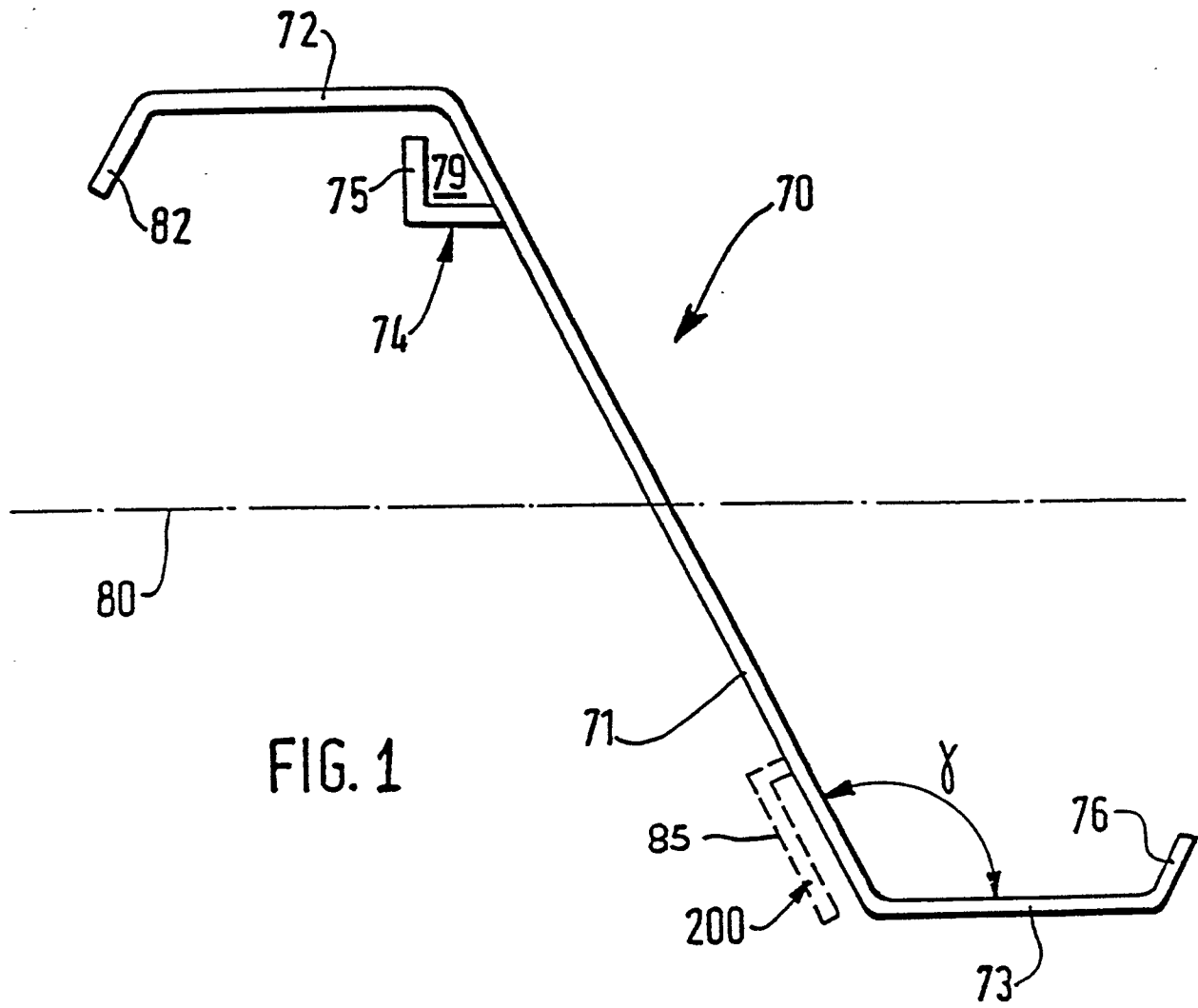
50

55

60

65

14



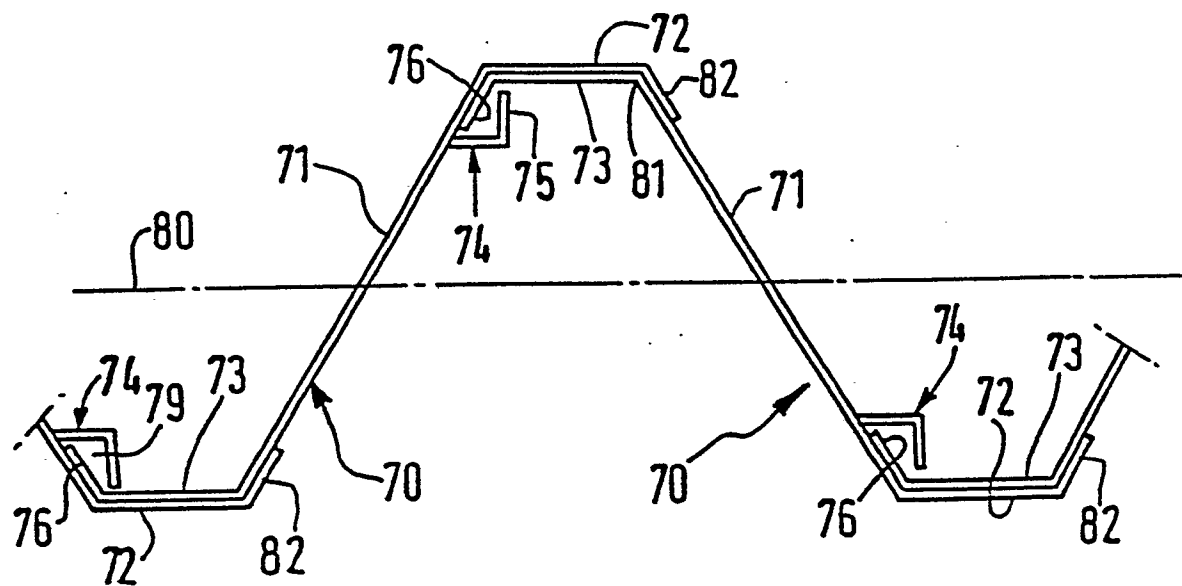


FIG. 2

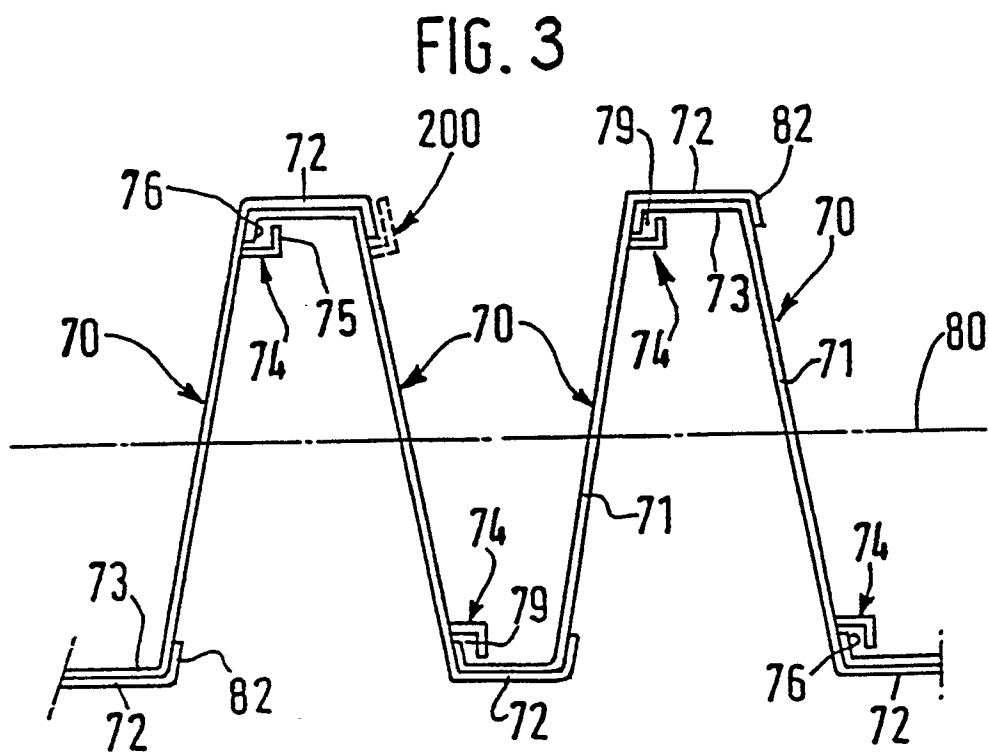


FIG. 3

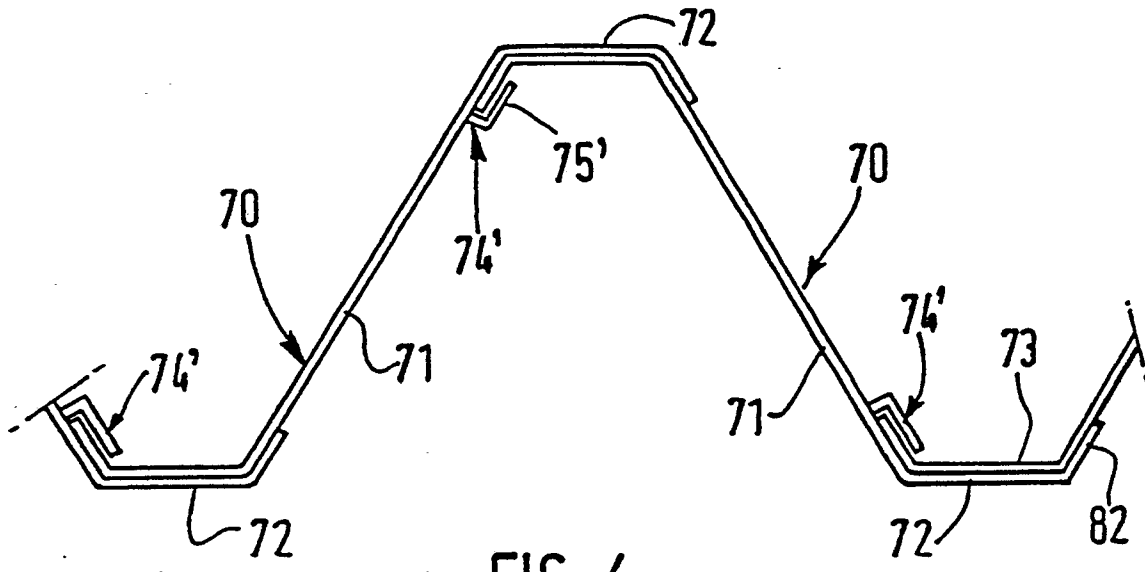


FIG. 4

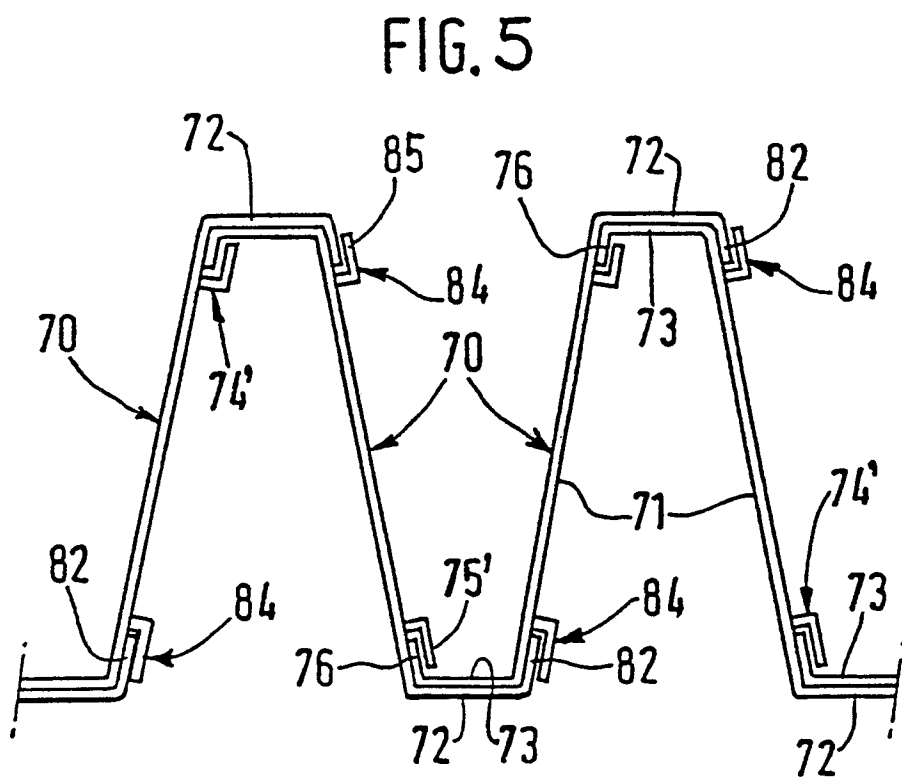
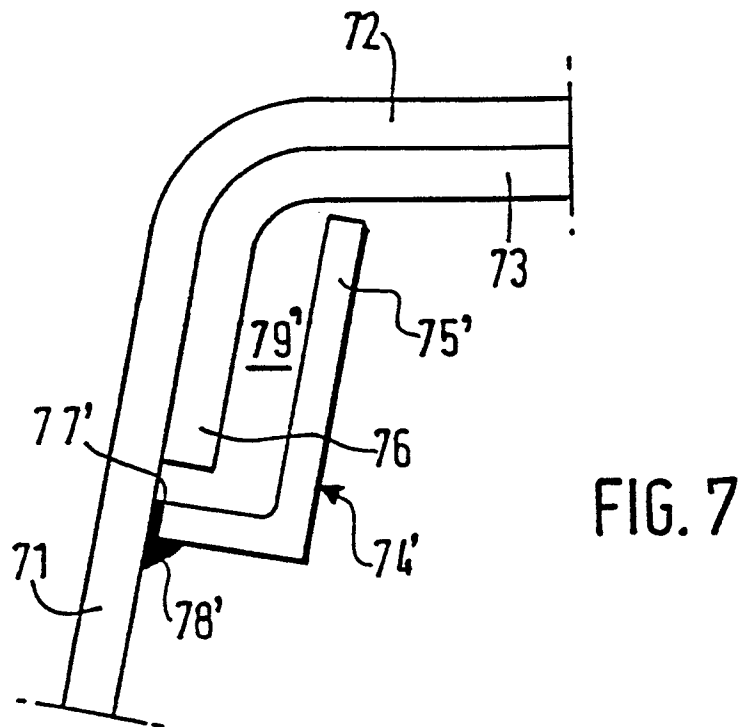
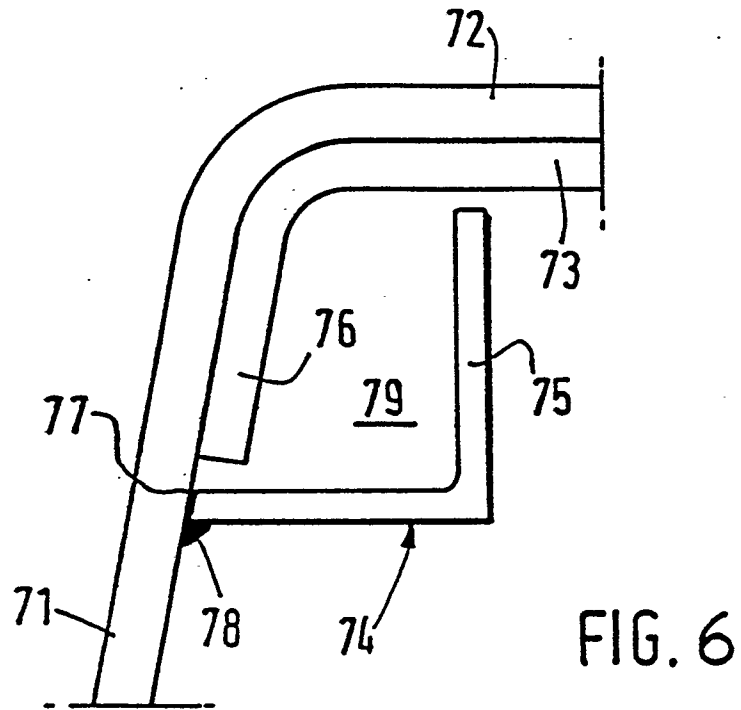
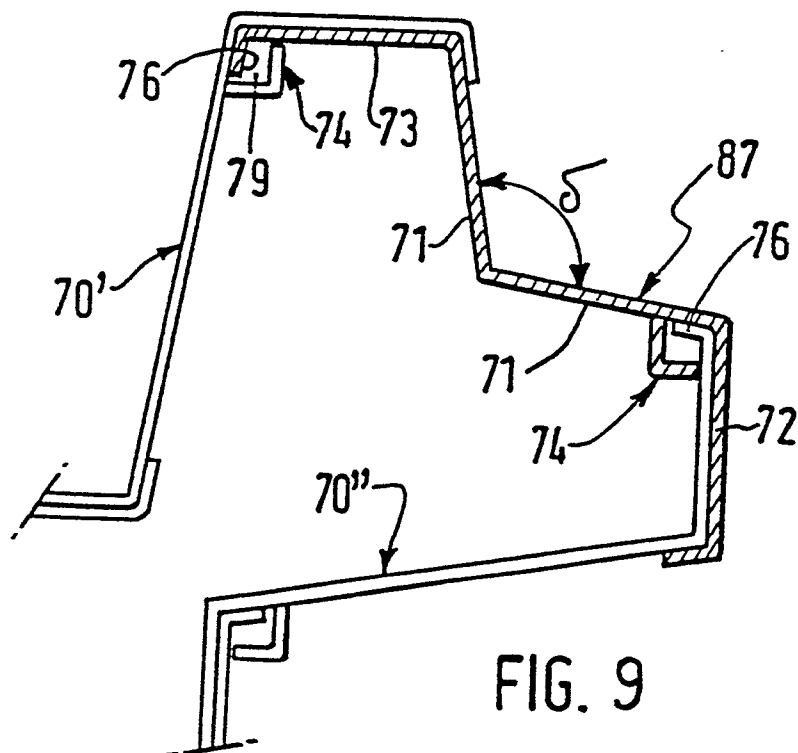
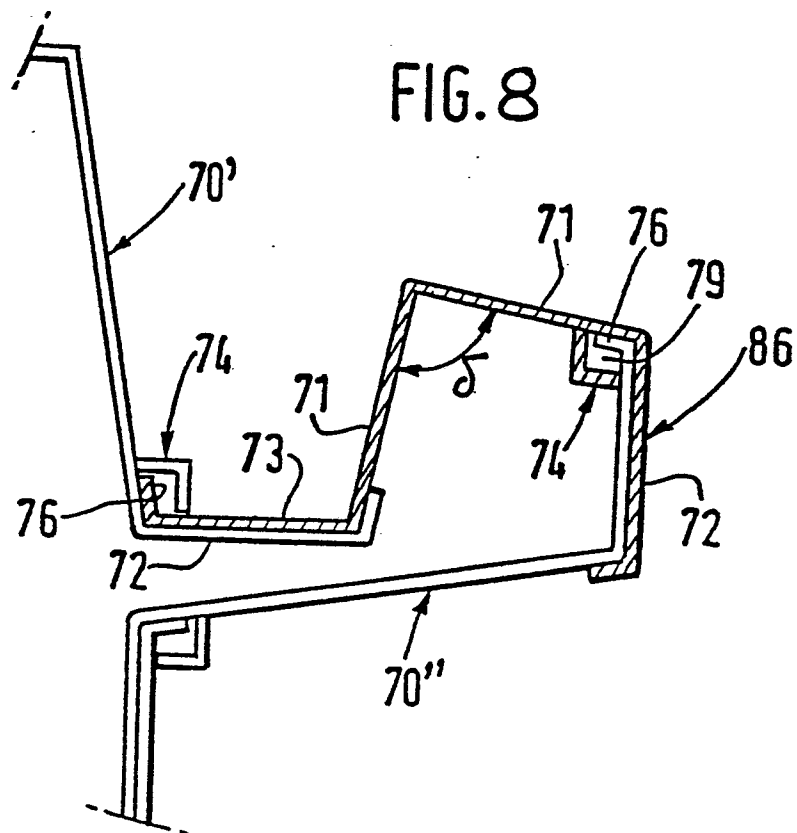


FIG. 5





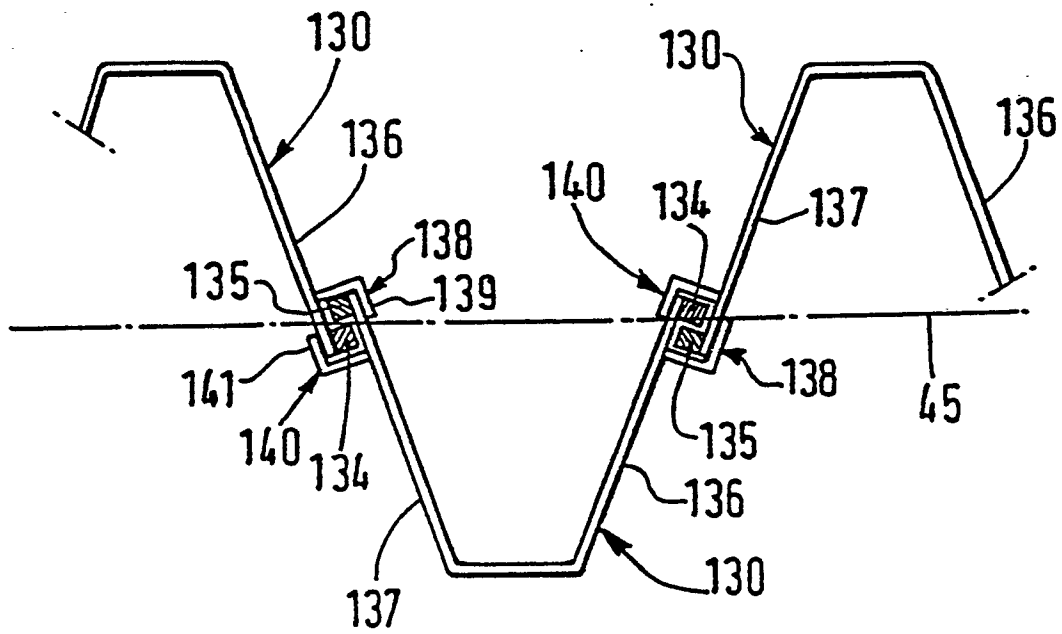


FIG. 10

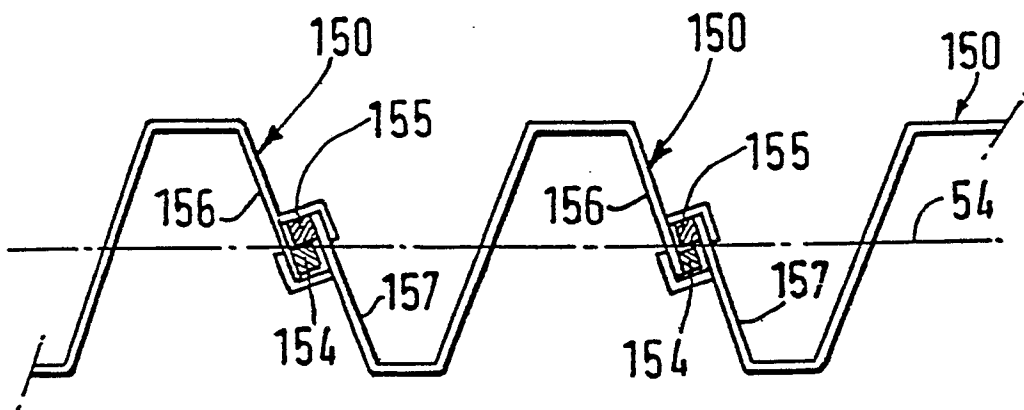
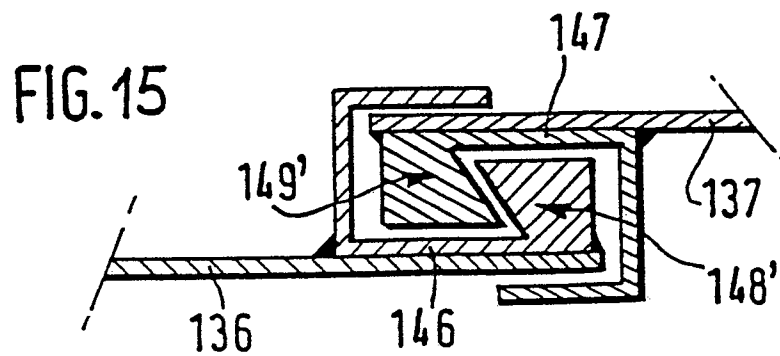
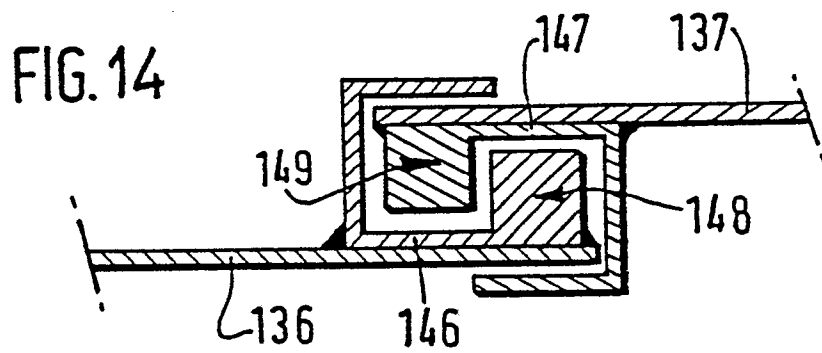
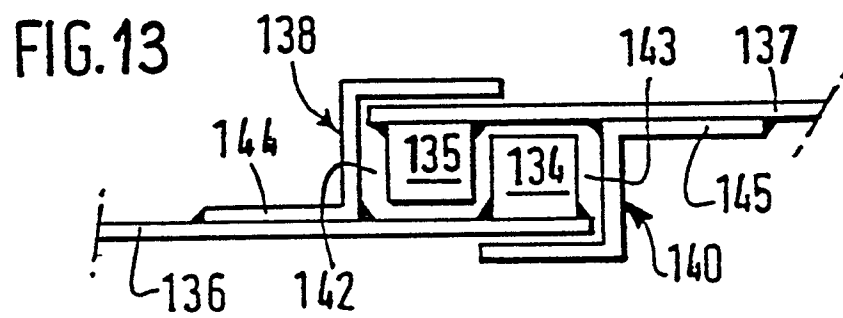
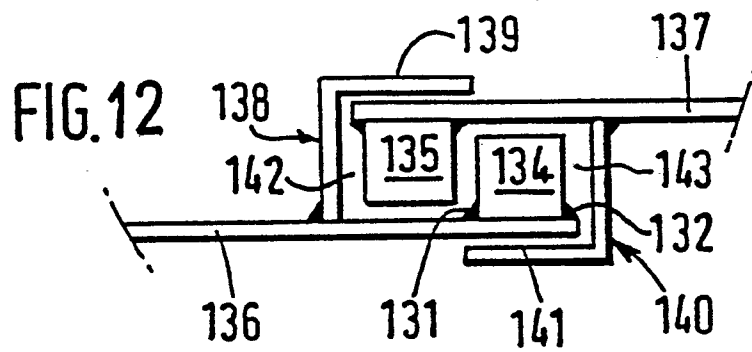


FIG. 11



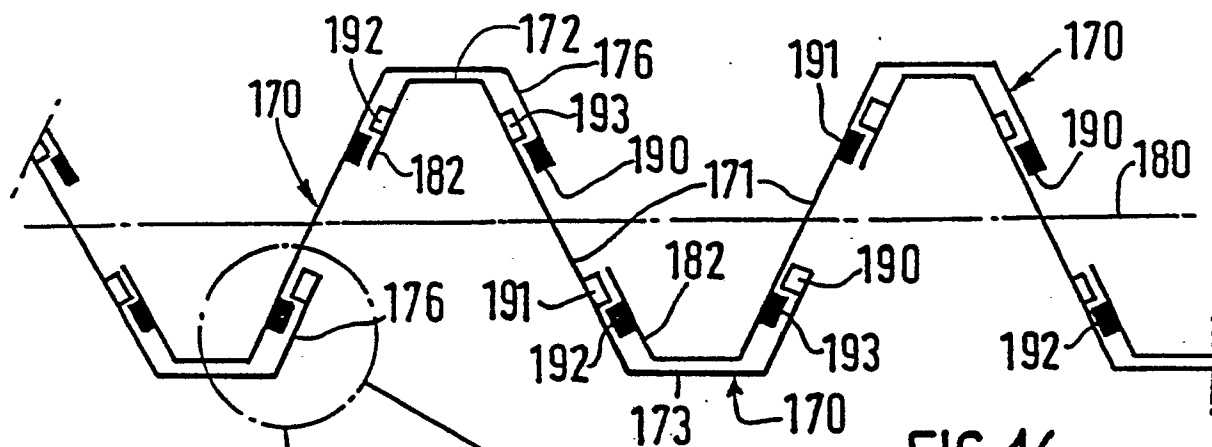


FIG. 16

FIG. 17

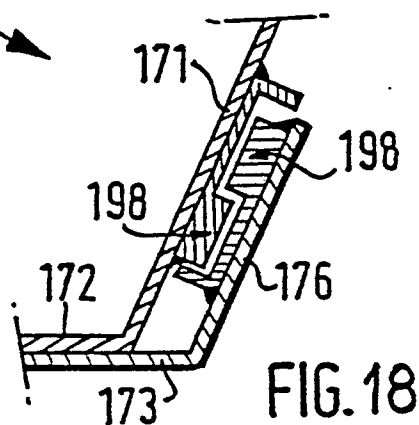
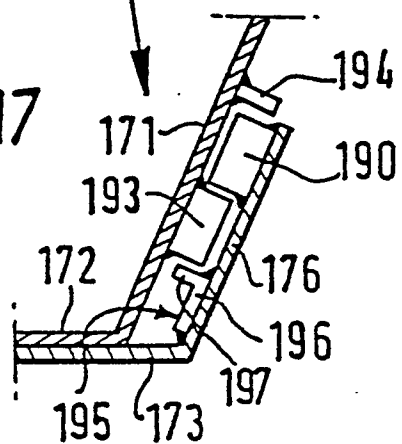


FIG. 18

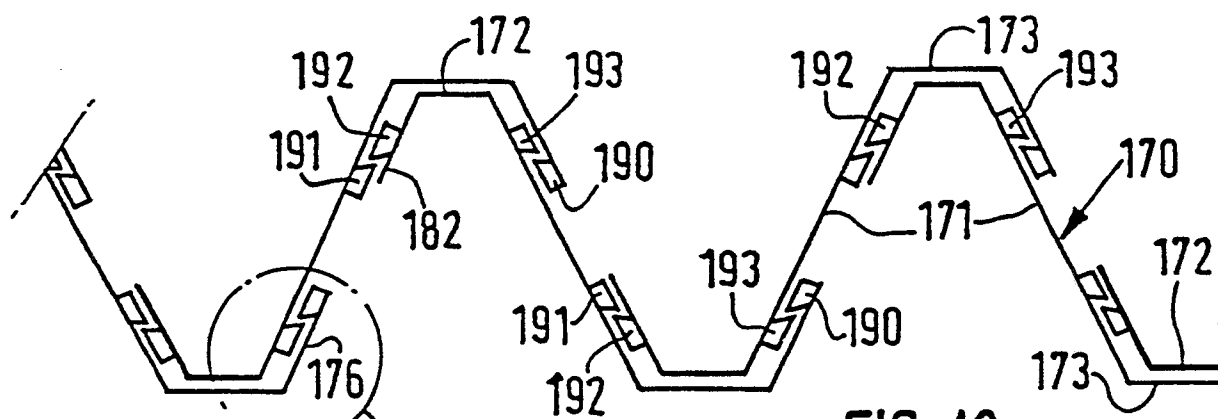


FIG. 19

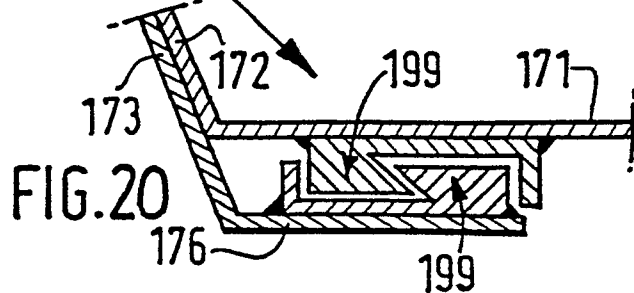


FIG. 20