

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 596 554 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
10.09.1997 Bulletin 1997/37

(51) Int Cl.⁶: **H01F 27/02**

(21) Numéro de dépôt: **93202965.5**

(22) Date de dépôt: **22.10.1993**

(54) **Panneau ondé de cuve de transformateur électrique immergé, son procédé de réalisation et son application au montage d'une cuve**

Wellplatte für Tauchtransformatortopf, Verfahren zu dessen Herstellung und Verwendung

Corrugated panel for immersed electrical transformer tank, its manufacturing process and its use for mounting a tank

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES GB GR IE IT LI LU NL PT SE

(30) Priorité: **03.11.1992 FR 9213299**

(43) Date de publication de la demande:
11.05.1994 Bulletin 1994/19

(73) Titulaire: **FRANCE TRANSFO (S.A.)**
57210 Maizieres Les Metz (FR)

(72) Inventeur: **Lehembre, Patrick**
F-57124 St Privat La Montagne (FR)

(74) Mandataire: **Ventavoli, Roger**
ROVE CONSEILS,
57, Allée de la Libération
57100 Thionville (FR)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 627 180 **FR-A- 2 629 252**
GB-A- 1 256 227 **GB-A- 2 068 647**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 23**
(E-45)(695) 12 Février 1981 & JP-A-55 151 313
(TOKYO SHIBAURA) 25 Novembre 1980

EP 0 596 554 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 la réalisation de cuves de transformateurs électriques immergés. Plus précisément, l'invention a trait à la fabrication des panneaux ondes devant former les ondes-mère des cuves pourvues d'ondes de refroidissement sur tout leur pourtour.

Classiquement, une cuve de ce type est obtenue par assemblage, par soudure étanche des bords de leurs extrémités frontales, de quatre panneaux ondes formant chacun un côté de la cuve. Lors du montage de celle-ci, les ondes-mère viennent prendre place dans les angles, à raison d'une par angle, dans le prolongement d'un côté, de manière à offrir un support de fixation à l'extrémité ondulée du panneau ondulé adjacent formant ce côté.

Ainsi, l'onde-mère constitue la partie assemblée commune des extrémités de deux panneaux ondes consécutifs formant deux côtés adjacents à angle droit de la cuve, comme le montre la figure 1 jointe, tirée du document DE-A-3 627 180.

A la différence de toutes les autres ondes, l'onde mère se caractérise donc par le fait qu'elle forme, par l'une de ces faces, la partie terminale plane d'un panneau ondulé, et que sur son autre face opposée elle porte, venues de montage, des ondes "filles" qui sont formées par la partie d'extrémité du panneau ondulé adjacent dépassant des limites du périmètre intérieur de la cuve.

Un problème que l'on rencontre avec les transformateurs pourvus de cuves de ce type est celui du gonflement des ondes-mère.

Le gonflement peut advenir au cours de l'utilisation du transformateur en marche discontinue. Mais, il peut déjà apparaître lors du remplissage d'une cuve neuve sous l'effet sur les parois de la pression interne du liquide de refroidissement que la cuve et les ondes contiennent.

Ce problème se rencontre pour toutes les ondes, puisque le volume intérieur de chacune communique avec celui de la cuve.

Mais pour toutes les autres ondes, la difficulté peut être résolue simplement par quelques points de souder (par exemple deux ou trois points de soudure par onde), qui vont "coller" ponctuellement les parois opposées de l'onde entre elles et assurer ainsi la résistance mécanique suffisante pour empêcher le gonflement.

Ces mesures ne peuvent être utilisées pour les ondes mère et ce notamment, pour des raisons d'encombrement et de difficultés d'accès dues à la présence des autres ondes.

Les gonflements peuvent être très importants. Les ventres qui se forment sur la face opposée à celle constituée par les ondes-filles, peuvent se distendre jusqu'à provoquer des déformations qui vont au delà de la limite élastique de la tôle d'acier dont sont fait les panneaux.

Le but de la présente invention est d'éviter des gonflements intempestifs de l'onde-mère.

A cet effet, l'invention a pour objet un panneau ondulé constitutif d'une cuve de transformateur électrique immergé pourvue d'ondes sur tout son pourtour, panneau ondulé dont une partie terminale au moins est destinée à constituer une face d'une onde-mère portant sur l'autre face opposée des ondes-filles, caractérisé en ce que la face constituant ladite partie terminale comporte des ondes secondaires constituées par des plis formant raidisseurs.

Comme on le comprend, l'invention consiste donc à pourvoir de plis la partie terminale d'un panneau ondulé, habituellement plane, qui après pliage à angle droit de ladite extrémité constitueront des raidisseurs qui empêcheront l'onde mère de gonfler.

Un avantage marqué de l'invention est que ces plis de raidissement peuvent être orientés parallèlement aux ondes, de sorte qu'ils peuvent être réalisés comme des ondes, en même temps que les ondes, lors du la fabrication du panneau. Simplement, ils sont moins hauts, (par exemple 2cm) de manière à ne pas venir buter contre les autres ondes au moment du pliage de l'extrémité à angle droit. En règle générale, deux plis, voire trois, suffisent pour la plupart des cuves. Mais leur nombre n'est certes pas limité par l'invention, et on pourra en prévoir autant que voulu ou que de besoin, selon la taille de la cuve à réaliser.

Ainsi, l'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'un tel panneau-ondulé de cuve de transformateur électrique immergé, dont une partie terminale au moins est destinée à constituer une face d'une onde-mère, l'autre face, opposée, étant pourvue d'ondes-filles apportées par la partie terminale ondulée d'un panneau-ondulé adjacent, procédé caractérisé en ce que l'on réalise des plis dans ladite partie terminale en répétant l'opération d'emboutissage qui sert à former les ondes sur le panneau.

Un aspect particulièrement avantageux de l'invention réside dans le fait que l'on augmente ainsi le volume des ondes disponible pour le liquide de refroidissement. Cette augmentation est certes modeste, puisqu'elle correspond à la somme des volumes élémentaires de chaque plis de rigidité pratiqué sur la partie terminale du panneau ondulé, mais néanmoins suffisante pour pouvoir supprimer le cordon entretoise qui est classiquement disposé entre les bords des faces de l'onde-mère avant soudure étanche de ces derniers. Cette entretoise, qui sert à écarter d'avantage les faces opposées que le pincement en bordure classiquement pratiqué, permet d'augmenter le volume intérieur de l'onde-mère.

Conformément à l'invention, cette entretoise peut être évitée, car sa fonction est désormais assurée par les plis de rigidité, ce qui simplifie le processus de montage de la cuve.

L'invention a ainsi encore pour objet une application du panneau ondulé à partie terminale pourvue de plis de rigidité formant ondes secondaires à la réalisation d'une cuve de transformateur électrique immergé, qui se caractérise par le fait que l'assemblage étanche avec la

partie ondulée d'extrémité du panneau ondulé adjacent est réalisé par contact direct des bords, sans cale d'écartement.

L'invention sera bien comprise, et d'autres aspects et avantages apparaîtront au vu de la description qui suit donnée à titre d'exemple en référence aux planches de dessins annexées, sur lesquelles:

- la figure 1 est une vue schématique générale du dessus d'une cuve de type connu pour transformateur immergé, pourvue d'ondes sur tout son pourtour;
- la figure 2 illustre l'art antérieur en montrant une vue partielle en perspective du dessus d'un angle de la cuve de la figure 1;
- la figure 3 est une vue analogue à celle de la figure 2, mais d'une cuve conforme à l'invention;
- la figure 4 montre une ébauche de panneau ondulé conforme à l'invention en cours de fabrication;
- la figure 5 montre le panneau ondulé dans sa forme définitive après pliage de l'ébauche de la figure 3.

Sur ces figures, les mêmes éléments sont représentés par des références identiques.

La figure 1 montre une cuve 1 dans laquelle prend place un transformateur 2. La cuve, de forme générale parallélépipédique rectangle, est essentiellement constituée par quatre panneaux ondulés adjacents 3a, 3b, 3c et 3d, formant chacun un côté de la cuve. Ces panneaux, assemblés à angle droit par soudage étanche de leurs extrémités, constituent la paroi latérale 4 de la cuve. Un fond 5 est rapporté à la base de cette paroi, et une bride supérieure 6, mieux visible sur les figures suivantes, assure la liaison étanche avec un couvercle de cuve non représenté.

Chaque panneau est pourvu d'ondes 8, parallèles entre-elles, régulièrement espacées, orientées verticalement en s'étendant sur la hauteur de la cuve et visibles en proéminence sur l'extérieur de celle-ci. Comme on le voit, les panneaux ondulés 3a et 3c formant les petits côtés ont une partie terminale 9 qui vient dans le prolongement des deux autres côtés de la cuve et qui sert de support d'assemblage pour la fixation des extrémités ondulées 10 des panneaux ondulés adjacents 3b et 3d. L'onde-mère 11 est constituée à partir de cette partie terminale 9 qui, une fois la cuve montée, devient la seule onde porteuse d'ondes-filles, qui viennent des extrémités ondulées 10 des panneaux adjacents 3b et 3d.

On se reportera pour la suite plus avantageusement aux figures 2 et 3 montrant un angle de cuve avec plus de détails.

On retrouve sur ces figures, les panneaux ondulés 3a et 3d pourvus d'ondes 8 et assemblés à angle droit de façon étanche à leur extrémité en y formant une onde-mère.

On observe que la bride 6, qui renforce la tenue mécanique de l'assemblage, est formé par une cornière, dont le fer plat supérieur est pourvu d'orifices 7 pour le

passage de moyens de fixation avec le couvercle de cuve. Un feuillard 13, dont la fonction sera explicitée par la suite, forme un ruban en bordure supérieure et inférieure des panneaux ondulés, qui s'interpose entre ceux-ci et la cornière 6 et le fond de cuve respectivement.

Le tout est assemblé de façon étanche par soudage, dont les cordons ne sont pas représentés pour ne pas surcharger inutilement les figures.

Chaque panneau ondulé, tel que 3a ou 3d, est constitué d'une bande d'acier qui porte de fabrication des ondes 8 formées par des plis profonds réalisés par emboutissage en une seule passe. Chaque onde 8 présente ainsi un volume intérieur qui s'ouvre latéralement dans l'enceinte de la cuve. On réalise de cette façon une cuve dont la paroi latérale, constituée par le tablier des panneaux ondulés, est pourvue de fentes parallèles s'étendant sur toute la hauteur et qui mettent en communication directe le volume intérieur des ondes avec l'enceinte de la cuve destiné à recevoir le transformateur.

Après fermeture des ondes à leurs extrémités supérieure et inférieure par pincement et soudure étanche des bords, la cuve peut être remplie par un liquide de refroidissement à propriétés diélectriques, par exemple de l'huile dans lequel baigne le transformateur et qui assure le maintien thermique de celui-ci au niveau voulu en évacuant la chaleur vers le milieu extérieur grâce à la grande surface d'échange qu'offre le radiateur constitué par les panneaux ondulés.

On portera à présent attention à la constitution de la zone d'assemblage de deux panneaux ondulés adjacents à leur extrémité et qui, comme déjà indiqué, constitue l'onde-mère.

Sur la cuve connue de la figure 2, l'onde-mère 11 est formée par assemblage de la partie terminale plane 9 du panneau ondulé 3a avec l'extrémité ondulée 10 du panneau adjacent 3d. Dans le cas de la cuve montrée sur la figure, la partie terminale 9 a été renforcée par repliage de la tôle sur elle-même. L'assemblage est réalisé par soudage des bords. Toutefois, en bordure supérieure (et inférieure) une cale longiligne 12 a été interposée pour écarter d'avantage les faces de l'onde-mère que ne le permet le seul pincement des bords. On augmente ainsi le volume intérieur de l'onde-mère. Cette cale-entretoise 12 peut être formée par une simple tige en acier.

On comprend bien que l'onde-mère 11 se forme donc lors du montage de la cuve et que ses deux faces opposées viennent, l'une de la partie terminale plane 9 d'un panneau (3a) et l'autre, de l'extrémité ondulée 10 du panneau adjacent (3d), extrémité dont les ondes ont la particularité de déboucher, non pas directement dans l'enceinte de la cuve comme les autres ondes, mais dans le volume intérieur de l'onde-mère, d'où leur nom d'ondes "filles".

Conformément à l'invention, la partie terminale du panneau ondulé n'est plus plane, mais présente des ondes secondaires. Ces dispositions sont bien visibles sur

la figure 3, où l'on voit que deux plis de rigidité 16 font relief sur la partie terminale 9' du panneau 3'a, formant la face de l'onde mère 11' tournée en regard des ondes 8 de ce panneau, en y constituant des ondes secondaires.

Dans l'exemple considéré, ces plis de rigidité sont orientés verticalement et s'étendent sur la hauteur de la cuve comme les ondes principales 8. Leur profondeur peut toutefois être sensiblement plus réduite que celle des ondes 8. A titre d'exemple, celles-ci présentent classiquement une profondeur allant de 80 à 600 mm suivant la puissance du transformateur, alors que la profondeur des plis de rigidité peut, elle, se limiter à 15 ou 20 mm.

On observe également que la cale entretoise 12 a disparu, l'augmentation de volume qu'elle procurait étant à présent obtenue par les ondes secondaires 16.

On note également que la face 9' de l'onde-mère n'est plus doublée en épaisseur par pliage de la tôle. Dès lors la liaison étanche en bordure latérale peut avantageusement être réalisée, comme le montre la figure, par un assemblage coulissant qui facilite le montage de la cuve grâce au rebord de bout à angle droit 14 qui s'engage dans la glissière correspondante 15 formée à cet effet par roulage de la tôle à l'extrémité frontale du panneau ondulé 3'd.

On va à présent décrire schématiquement un mode de réalisation d'un panneau ondulé conforme à l'invention en se reportant aux figures 4 et 5.

La figure 4 montre le panneau 3'a à l'état d'ébauche en cours de fabrication sur une plieuse d'ondes habituellement utilisée pour la réalisation des panneaux ondulés.

On part d'un feuillard de 1 à 2 mm d'épaisseur en acier amagnétique, que l'on coupe à longueur. Ce feuillard est amené ensuite à la plieuse d'ondes, où des poinçons plats transversaux à mouvement vertical emboutissent la tôle pour former les ondes 8 par pliage du tablier 19. Avec les mêmes poinçons réglés moins profondément, ou à l'aide d'autres poinçons supplémentaires spécialement prévus sur la machine, on forme les plis de rigidité 16 sur les parties terminales 9' du tablier.

Bien que ces plis de rigidité puissent être orientés librement, on comprend qu'un choix d'orientation parallèle aux ondes 8 présente l'avantage de pouvoir les réaliser avec les poinçons existants, sans modifications de la plieuse autres que les réglages de profondeurs différentes à prévoir pour les ondes et pour les plis de rigidité.

On a marqué sur le tablier 19 de l'ébauche ainsi préparée, des lignes de pliage 17 et 18 du tablier, qui après pliage à angle droit aboutit au panneau quasiment achevé montré sur la figure 5, auquel il ne reste plus qu'à souder le long des bords longitudinaux les feuillards 13 (fig.3) assurant la non déformation des panneaux lors des manutentions.

Comme on le voit en se reportant sur la figure 5, le pliage des parties terminales 9' se fait sur une plieuse-

presse classique (plieuse à volets) par rotation de 90° autour de la ligne 17 de manière à retrouver ces parties terminales du même côté que les ondes 8 par rapport au tablier 19. Puis, on effectue par rotation en sens inverse autour de la ligne 18 le pliage de l'extrémité frontale pour former le rebord 14 destiné à prendre place, lors du montage de la cuve, dans la glissière 15 prévue à cet effet à l'extrémité du panneau adjacent 3'd (fig. 3).

Bien que nullement obligatoire, on choisira généralement l'emplacement des lignes de pliage 17 sur le tablier de manière que la hauteur des parties terminales 9' coïncide avec celle des ondes 8.

Il va de soi que l'invention ne limite en rien le nombre des ondes principales 8, ni celui des ondes de rigidité 16, ni leur dimension tant en longueur qu'en profondeur.

De même, l'invention s'étend à de nombreuses variantes, notamment pour la réalisation des ondes de rigidité 16, dans le mesure où sont respectées les caractéristiques des revendications ci-après.

Revendications

1. Panneau ondulé (3'a) constitutif d'une cuve de transformateur électrique immergé pourvue d'ondes sur tout son pourtour, et dont au moins une partie terminale (9') est destinée à constituer une face d'une onde-mère (11') portant sur sa face opposée (10') des ondes (8) venues d'un panneau ondulé adjacent (3'c), caractérisé en ce que la face (9') constituant ladite partie terminale comporte des ondes secondaires (16) constituées par des plis de rigidité.
2. Panneau ondulé selon la revendication 1, caractérisé en ce ladite partie terminale (9') présente à son extrémité frontale un rebord (17) replié à angle droit pour pouvoir s'engager coulissant dans une glissière (18) ménagée à cet effet en bout de l'extrémité ondulée (10') du panneau ondulé adjacent (3'd).
3. Procédé de réalisation d'un panneau ondulé de cuve de transformateur électrique immergé, conforme à la revendication 1 ou 2 dont au moins une partie terminale (9') est destinée à constituer une face d'une onde-mère, l'autre face, opposée, portant des ondes (8) venues de l'extrémité ondulée (10') d'un panneau ondulé adjacent, procédé caractérise en ce que l'on réalise des plis dans ladite partie terminale (9') en répétant l'opération de formation des ondes (8).
4. Application d'un panneau ondulé (3'a), ayant au moins une partie terminale (9') constitutive d'une onde-mère et pourvue de plis de rigidité (16), à la réalisation d'une cuve pour transformateur électrique immergé, caractérisée par le fait que l'assemblage étanche avec l'extrémité ondulée (10') du panneau ondulé adjacent (3'd) se fait par contact direct

des bords sans présence de cale d'écartement.

5. Application du panneau ondé (3a) selon la revendication 4, caractérisée en ce que la partie terminale (9') dudit panneau (3'a) présente à son extrémité frontale un rebord à angle droit (14) qui vient s'engager couissant dans une glissière correspondante (15) prévue par formage en bout de l'extrémité ondé (10') du panneau ondé adjacent (3'd).

Patentansprüche

1. Rippenplatte (3'a) als Bestandteil eines Gefäßes eines elektrischen Tauchtransformators, die mit Rippen entlang ihres gesamten Umfangs versehen ist und deren mindestens ein Endabschnitt (9') eine Fläche einer Mutterrippe (11') bildet, die auf ihrer gegenüberliegenden Fläche (10') Rippen (8) trägt einer benachbarten Rippenplatte (3'c), dadurch gekennzeichnet, dass die diesen Endabschnitt bildende Fläche (9') Sekundärrippen (16) aufweist, die aus Verstärkungsfalten bestehen.
2. Rippenplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt (9') an seinem vorderen Ende einen in einem rechten Winkel umgebogenen Rand (14) trägt zum gleitenden Eingriff in eine Schiene (15), die zu diesem Zweck am Ende des Rippenendes (10') der benachbarten Rippe (3'd) vorgesehen ist.
3. Verfahren zur Herstellung einer Rippenplatte für das Gefäß eines elektrischen Tauchtransformators entsprechend den Ansprüchen 1 oder 2, wobei wenigstens ein Endabschnitt (9') eine Fläche einer Mutterrippe bildet und die andere gegenüberliegende Fläche Rippen (8) trägt des gerippten Endes (10') einer benachbarten Rippenplatte, dadurch gekennzeichnet, dass Falten im Endabschnitt (9') ausgebildet werden durch Wiederholung des Schrittes der Ausbildung der Rippen (8).
4. Verwendung einer Rippenplatte (3'a), die wenigstens einen Endabschnitt (9') aufweist, welcher eine Mutterrippe bildet und die mit Steifigkeitsfalten (16) versehen ist zur Verwirklichung eines Gefäßes für einen elektrischen Tauchtransformator, dadurch gekennzeichnet, dass der dichte Zusammenbau mit dem gerippten Ende (10') der benachbarten Rippenplatte (3'd) durch direkten Kontakt der Ränder ohne Einsatz von Abstandskeilen erfolgt.
5. Verwendung einer Rippenplatte (3 a) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt (9') der Platte (3'a) an seinem vorderen Ende einen in einem rechten Winkel abgebogenen Rand (14) aufweist, der gleitend in eine entspre-

chende Schiene (15) eingreift, die durch eine Umformung am Rippenende (10') der benachbarten Rippenplatte (3'd) ausgebildet ist.

Claims

1. Corrugated panel (3'a) which is a constituent of an immersed electrical transformer tank provided with corrugations around its entire perimeter and at least one terminal part (9') of which is intended to constitute a face of a mother corrugation (11') bearing on its opposite face (10') corrugations (8) which come from an adjacent corrugated panel (3'c), characterized in that the face (9') constituting the said terminal part includes secondary corrugations (16) consisting of stiffening folds.
2. Corrugated panel according to Claim 1, characterized in that the said terminal part (9') has on its front extremity a rim (14) folded at right angles in order to be able to engage slidingly into a slideway (15) made for this purpose on the end of the corrugated extremity (10') of the adjacent corrugated panel (3d).
3. Process for producing a corrugated panel for an immersed electrical transformer tank according to Claim 1 or 2, at least one terminal part (9') of which is intended to constitute one face of a mother corrugation, the other face, which lies opposite, bearing corrugations (8) which come from the corrugated extremity (10') of an adjacent corrugated panel, this process being characterized in that folds are made in the said terminal part (9') by repeating the operation for forming the corrugations (8).
4. Application of a corrugated panel (3'a), having at least one terminal part (9') which is a constituent of a mother corrugation and is provided with stiffening folds (16), to the production of a tank for an immersed electrical transformer, characterized in that the sealed assembly with the corrugated extremity (10') of the adjacent corrugated panel (3'd) is carried out by direct contact of the edges without the presence of a spacing shim.
5. Application of the corrugated panel (3a) according to Claim 4, characterized in that the terminal part (9') of the said panel (3'a) has on its transverse extremity a right-angled rim (14) which engages slidingly into a corresponding slideway (15) provided by the end-forming of the corrugated extremity (10') of the adjacent corrugated panel (3'd).

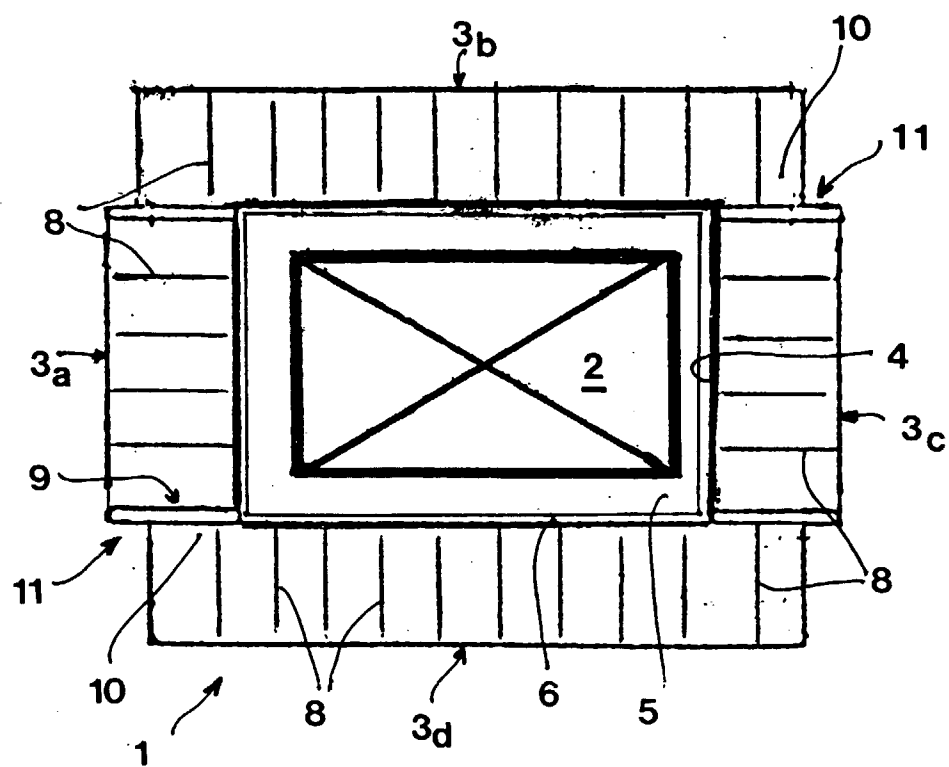
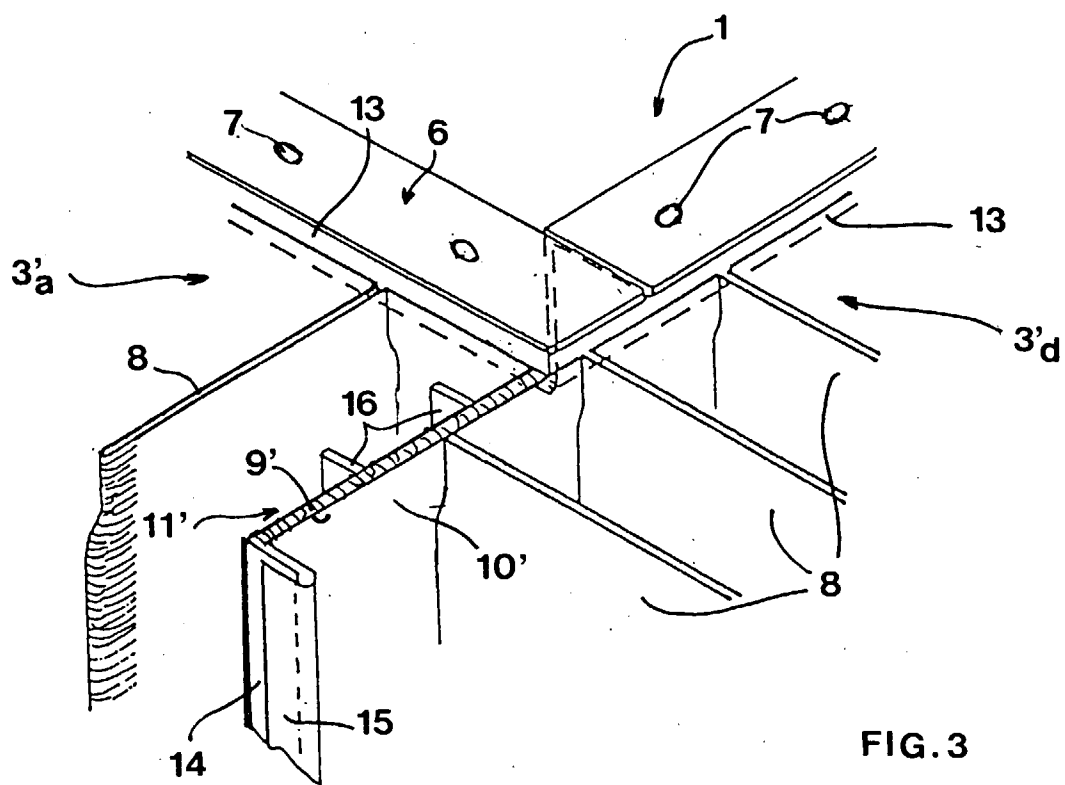
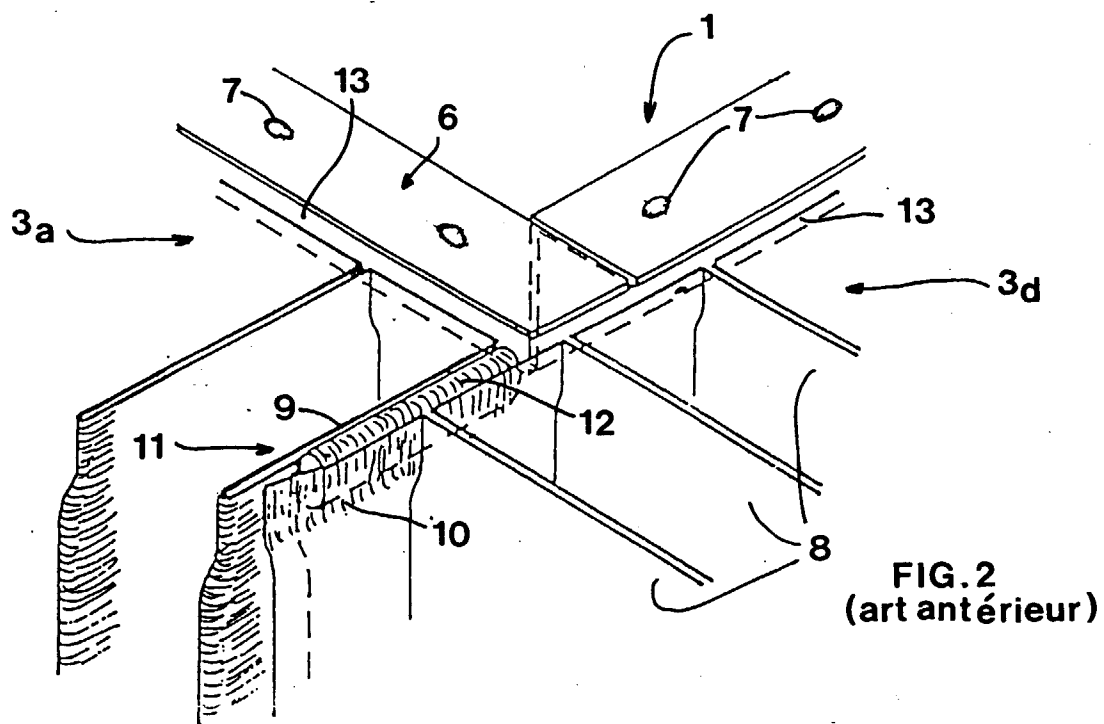


FIG.1



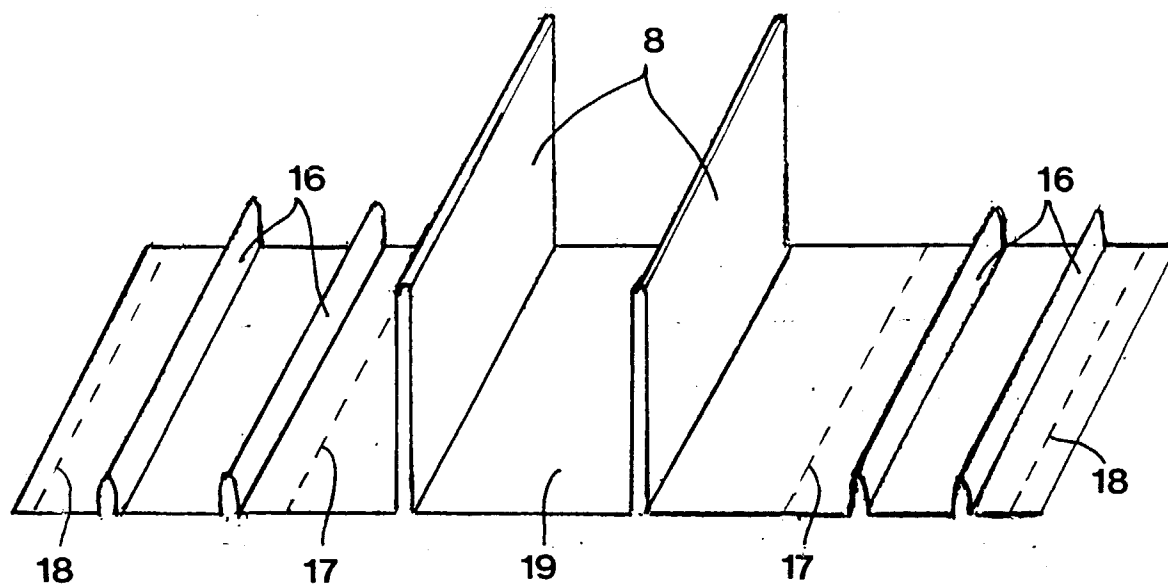


FIG. 4

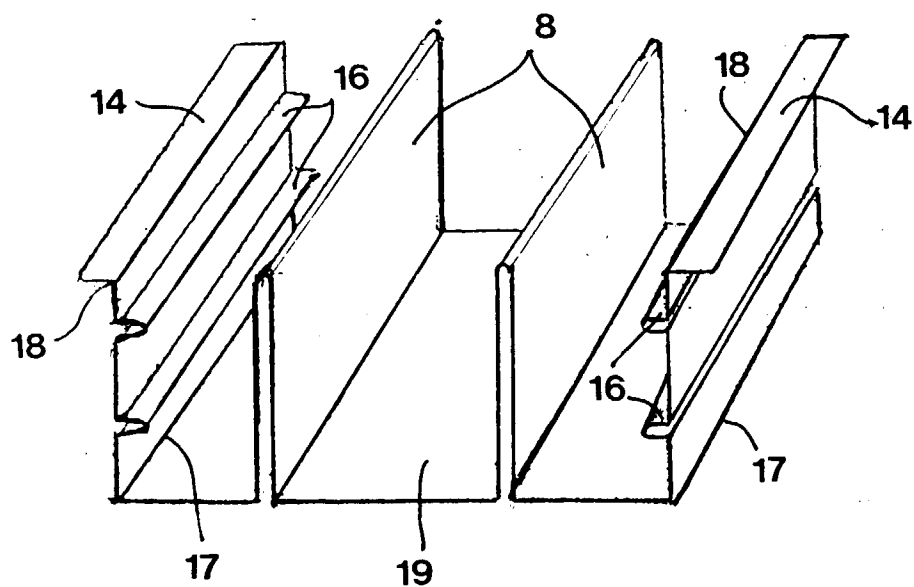


FIG. 5