



(11) **EP 3 140 058 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**07.03.2018 Bulletin 2018/10**

(21) Numéro de dépôt: **15725828.6**

(22) Date de dépôt: **06.05.2015**

(51) Int Cl.:  
**B21D 13/02 (2006.01)**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2015/051203**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2015/170054 (12.11.2015 Gazette 2015/45)**

(54) **DISPOSITIF DE PLIAGE POUR FORMER UNE ONDULATION DANS UNE TOLE METALLIQUE ET  
PROCEDE D'UTILISATION D'UN DISPOSITIF DE PLIAGE**

FALTVORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINER WELLUNG IN EINEM METALLBLECH UND  
VERFAHREN ZUR VERWENDUNG EINER FALTBAREN VORRICHTUNG

FOLDING DEVICE FOR FORMING A CORRUGATION IN A METAL SHEET AND METHOD FOR  
USING A FOLDING DEVICE

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **06.05.2014 FR 1454078**

(43) Date de publication de la demande:  
**15.03.2017 Bulletin 2017/11**

(73) Titulaire: **Gaz Transport et Technigaz  
78470 Saint Rémy Lès Chevreuse (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **PERROT, Olivier  
F-91150 Etampes (FR)**

- **SASSI, Mohamed  
92360 Meudon-la-Forêt (FR)**
- **GIMBERT, Charles  
92100 Boulogne Billancourt (FR)**
- **CONEJERO, Thomas  
78280 Guyancourt (FR)**

(74) Mandataire: **Loyer & Abello  
9, rue Anatole de la Forge  
75017 Paris (FR)**

(56) Documents cités:  
**DE-C- 434 650 FR-A1- 2 968 284  
KR-A- 20080 090 107 KR-B1- 100 552 898  
US-A- 3 686 920 US-A- 4 635 462**

**EP 3 140 058 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte à un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de fluide.

[0002] L'invention se rapporte notamment au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

### Arrière-plan technologique

[0003] Dans l'état de la technique, il est connu des membranes d'étanchéité ondulées destinées à former un revêtement interne pour des cuves de stockage de gaz naturel liquéfié. La membrane d'étanchéité est constituée d'une pluralité de plaques métalliques présentant des séries d'ondulations perpendiculaires lui permettant de se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le fluide emmagasiné dans la cuve.

[0004] Une telle membrane d'étanchéité ondulée est notamment décrite dans le document FR2861030. La membrane ondulée comporte une première série d'ondulations parallèles, dites hautes, s'étendant selon une direction y et une seconde série d'ondulations parallèles, dites basses, s'étendant selon une direction x perpendiculaires à la direction y.

[0005] Le document KR1020080090107 décrit un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une telle membrane d'étanchéité. Le dispositif de pliage, représenté sur les figures 6a à 6c du document précité, comporte une matrice présentant deux éléments de matrice présentant chacun une demi-empreinte, mobiles entre une position écartée et une position rapprochée. Lorsque les deux éléments de matrice sont rapprochés l'un contre l'autre, les demi-empreintes forment ensemble une empreinte correspondant à la forme de l'ondulation à former. Par ailleurs, le dispositif comporte un poinçon mobile entre une position de repos et une position de pilage dans laquelle le poinçon est engagé à l'intérieur de l'empreinte afin de façonner l'ondulation. Le dispositif de pliage comporte également deux serre-flancs, s'étendant de part et d'autre du poinçon et coopérant respectivement avec l'un et l'autre des éléments de matrice. Les serre-flancs permettent de maintenir la tôle métallique contre les éléments de matrice afin de s'assurer qu'elle reste en position, lors de son pliage.

[0006] Les éléments de matrice et les serre-flancs sont déplacés par des moyens d'actionnement commandés par une unité de pilotage. Lors d'une opération de pliage, les deux éléments de matrice et les deux serre-flancs se rapprochent les uns des autres de manière simultanée au déplacement du poinçon vers sa position de pliage. Les mouvements des éléments de matrice et des serre-

flancs sont synchronisés précisément avec le mouvement du poinçon de telle sorte qu'il n'y ait pas de modification de l'épaisseur de la tôle métallique lors de son pliage. Il est en effet indispensable que la tôle métallique présente, après pliage, une épaisseur constante afin de ne pas dégrader ses propriétés mécaniques.

[0007] Cette nécessité de synchronisation des mouvements implique, d'une part, que le dispositif soit réglé de manière précise et que, d'autre part, le pilotage des mouvements soit parfaitement réalisé. En effet, tout asynchronisme entraîne, au niveau de l'ondulation, soit une diminution de l'épaisseur de la tôle métallique, soit un surplus de matière et par conséquent des plissements indésirables de la tôle métallique.

### Résumé

[0008] Une idée à la base de l'invention est de proposer un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage qui soit simple et permet d'obtenir une ondulation sans modification de l'épaisseur de la tôle.

[0009] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de fluide, le dispositif de pliage comportant :

- un bâti inférieur;
- une matrice inférieure comportant un premier et un second éléments de matrice présentant chacun une surface d'appui de la tôle métallique et une demi-empreinte concave, les premiers et second éléments de matrice étant chacun montés coulissants sur le bâti inférieur, selon une direction x, de manière à pouvoir coulisser entre une position écartée et une position rapprochée, les demi-empreintes du premier et du second éléments de matrice définissant ensemble une empreinte correspondant à la forme de l'ondulation à former lorsque les premier et second éléments de matrice sont dans leur position rapprochée, lesdits premiers et second éléments de matrice étant rappelés vers leur position écartée par un premier organe de rappel ;
- un poinçon supérieur, agencé au-dessus de la matrice inférieure, comportant une extrémité inférieure pourvue d'une tête présentant une forme complémentaire à celle de l'empreinte, ledit poinçon supérieur étant mobile verticalement par rapport au bâti inférieur entre une position de repos et une position de pliage dans laquelle la tête dudit poinçon supérieur est engagée à l'intérieur de l'empreinte de la matrice inférieure de manière à presser la tôle métallique ; et

- un premier et un second serre-flancs s'étendant de part et d'autre du poinçon supérieur, au-dessus de la matrice inférieure, respectivement en vis-à-vis du premier et du second éléments de matrice, lesdits premier et second serre-flancs étant montés coulissants, selon la direction x, entre une position rapprochée et une position écartée et étant rappelés vers leur position écartée par un deuxième organe de rappel ; le premier et le second serre-flancs étant mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur entre une position relâchée et une position de serrage dans laquelle le premier et le second serre-flancs sont rapprochés respectivement de la surface d'appui du premier élément de matrice et du second élément de matrice de manière à serrer la tôle métallique contre la surface d'appui du premier et du second éléments de matrice de telle sorte que, en fonctionnement, lorsque la tôle métallique est serrée entre les serre-flancs et les éléments de matrice, le déplacement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage entraîne un pliage de la tôle métallique lors duquel la tôle métallique transmet une force de traction selon la direction x aux éléments de matrice et aux serre-flancs et déplace ainsi les éléments de matrice et les serre-flancs vers leur position rapprochée.

**[0010]** Ainsi les tôles métalliques réalisées grâce à un tel dispositif de pliage présentent une épaisseur constante au niveau de leur ondulation car le déplacement des éléments de matrice et serre-flancs est au moins en partie assuré par des efforts de traction exercés par la tôle métallique, lors de sa déformation par le poinçon, ce qui implique une synchronisation des mouvements des éléments de matrice et serre-flancs avec celui du poinçon.

**[0011]** Selon des modes de réalisation, un tel dispositif de pliage peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le dispositif de pliage est destiné à former une ondulation dans une tôle métallique comportant une ondulation préformée s'étendant selon une direction perpendiculaire à l'ondulation à former ; le premier et le second éléments de matrice comportant chacun une rainure en forme de V destinée à recevoir ladite ondulation préformée.
- les serre-flancs comportent chacun un élément mâle, en saillie en direction du bâti inférieur, présentant une forme de V qui est apte à venir s'introduire dans la rainure de l'élément de matrice en vis-à-vis lorsque les serre-flancs sont dans leur position de serrage.
- la tête du poinçon comporte un doigt faisant saillie de la tête en direction du bâti inférieur et disposé en vis-à-vis de la zone d'intersection entre l'empreinte

et les rainures des premier et second éléments de matrice.

- le dispositif de pliage comporte deux couteaux, destinés à la déformation de l'ondulation préformée, de part et d'autre du croisement entre l'ondulation préformée et l'ondulation à former, les deux couteaux étant disposés de part et d'autre de la zone d'intersection entre l'empreinte et les rainures des premier et second éléments de matrice ; lesdits couteaux étant montés coulissants sur le bâti inférieur selon la direction x entre une position écartée et une position rapprochée et étant rappelés vers leur position écartée par un troisième organe de rappel, lesdits couteaux étant en outre montés mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur entre une position basse de repos et une position haute de pliage dans laquelle ils sont aptes à déformer l'ondulation préformée, le dispositif comportant en outre un mécanisme d'actionnement des couteaux qui est agencé pour déplacer les couteaux vers leur position haute de pliage lors du déplacement du poinçon vers sa position de pliage.
- le mécanisme d'actionnement des couteaux comporte un organe mobile de support des couteaux monté mobile verticalement sur le bâti inférieur et deux leviers qui sont chacun montés articulés sur le bâti inférieur ; les leviers comportant chacun :
  - une première extrémité pourvue d'une surface d'appui, s'étendant à l'intérieur de l'empreinte de la matrice inférieure et apte à coopérer, en fonctionnement, avec une portion de la tôle métallique destinée à être pliée pour former l'ondulation, de telle sorte que le levier pivote lorsque le poinçon se déplace vers sa position de pliage ; et
  - une seconde extrémité coopérant avec l'organe mobile de support des couteaux de manière à ce que l'organe mobile de support des couteaux soit déplacé vers le haut lorsque, en raison d'un déplacement du poinçon supérieur vers sa position de pliage, le levier pivote.
- les couteaux sont chacun portés par un chariot monté coulissant sur un rail de guidage respectif et lesdits rails de guidage sont portés par l'organe mobile de support des couteaux.
- le dispositif de pliage comporte un poussoir supérieur monté mobile verticalement par rapport au bâti inférieur ; le poinçon supérieur étant porté par le poussoir supérieur ; les premier et second serre-flancs étant montés coulissants verticalement respectivement sur une première et une seconde plaques de support ; lesdites première et seconde pla-

ques de support étant montés coulissantes selon la direction x sur le poussoir supérieur afin de permettre le mouvement des serre-flancs entre leur position rapprochée et leur position écartée ; chaque serre-flanc étant en outre rappelé à distance de sa plaque de support respective par des organes de rappel.

- les organes de rappel exerçant un effort de rappel entre chaque serre-flanc et sa plaque de support respective sont des ressorts, des vérins à gaz, des vérins hydrauliques ou des vérins pneumatiques. 10
- la matrice inférieure présente un renforcement s'étendant selon une direction perpendiculaire à l'ondulation à former, le renforcement s'étendant le long d'un bord de la surface d'appui et d'un bord de la demi-empreinte de chacun des premier et second éléments de matrice et le poinçon supérieur, le premier et le second serre-flancs présentent chacun un bord pourvu d'une portion en saillie, disposée au-dessus dudit renforcement, de forme complémentaire audit renforcement et destinée à s'engager dans ledit renforcement lors du mouvement du poinçon vers sa position de pliage et des serre-flancs vers leur position de serrage de manière à former un jogglinage le long d'un bord de la tôle métallique perpendiculaire à l'ondulation à former. 15 20 25
- la matrice inférieure présente un renforcement s'étendant selon une direction parallèle à l'ondulation à former, le renforcement s'étendant le long d'un bord de la surface d'appui de l'un des premier et second éléments de matrice et l'un des premier et second serre-flancs présente une portion en saillie disposée au-dessus dudit renforcement, de forme complémentaire audit renforcement et destinée à s'engager dans ledit renforcement lors du mouvement des serre-flancs vers leur position de serrage de manière à former un jogglinage le long d'un bord de la tôle métallique parallèle à l'ondulation à former. 30 35 40
- le dispositif de pliage comprend en outre des moyens d'assistance au déplacement des premier et second éléments de matrice et des premier et second serre-flancs vers leur position rapprochée. 45
- selon un mode de réalisation, les moyens d'assistance comprennent deux vérins coopérant respectivement avec l'un et l'autre des premier et second éléments de matrice ou avec l'un et l'autre des premier et second serre-flancs et étant agencés pour assister le déplacement des éléments de matrice et des serre-flancs vers leur position rapprochée lors du déplacement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage. 50 55
- le mode de réalisation dans lequel les vérins coopèrent avec les premier et second éléments de matrice

est préféré au mode de réalisation dans lequel les vérins coopèrent avec les premier et second serre-flancs en ce qu'il permet une action directe des vérins sur les éléments participant au pliage de la tôle de sorte que l'effet d'assistance des vérins est optimal.

- selon un mode de réalisation, les moyens d'assistance comprennent deux paires de vérins, chacune des paires de vérins coopérant avec l'un ou l'autre des premiers et second éléments de matrice, les deux vérins de chacune des paires étant respectivement disposés de part et d'autre d'un plan vertical passant par la rainure en forme de V dudit élément de matrice.
- les moyens d'assistance comprennent un premier et un second suiveurs de came portés respectivement par l'un et l'autre des premier et second éléments de matrice et respectivement aptes à coopérer avec une première et une second surfaces de came solidaires du poinçon supérieur; le premier et le second suiveurs de came et la première et la second surfaces de came étant agencés de telle sorte que lors du déplacement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage, le premiers et le second suiveurs de came coopèrent respectivement avec la première et la seconde surfaces de came pour assister le déplacement des éléments de matrice et des serre-flancs vers leur position rapprochée.

**[0012]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également une installation de pliage comportant une pluralité de dispositifs de pliage précité.

**[0013]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé d'utilisation d'un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de fluide, le dispositif de pliage comportant :

- un bâti inférieur;
- une matrice inférieure comportant un premier et un second éléments de matrice présentant chacun une surface d'appui de la tôle métallique et une demi-empreinte concave, les premier et second éléments de matrice étant chacun montés coulissants sur le bâti inférieur, selon une direction x, de manière à pouvoir coulisser entre une position écartée et une position rapprochée, les demi-empreintes du premier et du second éléments de matrice définissant ensemble une empreinte correspondant à la forme de l'ondulation à former lorsque les premier et second éléments de matrice sont dans leur position rapprochée, lesdits premiers et second éléments de matrice étant rappelés vers leur position écartée par un premier organe de rappel ;

- un poinçon supérieur, agencé au-dessus de la matrice inférieure, comportant une extrémité inférieure pourvue d'une tête présentant une forme complémentaire à celle de l'empreinte, ledit poinçon supérieur étant mobile verticalement par rapport au bâti inférieur entre une position de repos et une position de pliage dans laquelle la tête dudit poinçon supérieur est engagée à l'intérieur de l'empreinte de la matrice inférieure de manière à presser la tôle métallique ; et
- un premier et un second serre-flancs s'étendant de part et d'autre du poinçon supérieur, au-dessus de la matrice inférieure, respectivement en vis-à-vis du premier et du second éléments de matrice, lesdits premier et second serre-flancs étant montés coulissants, selon la direction x, entre une position rapprochée et une position écartée et étant rappelés vers leur position écartée par un deuxième organe de rappel ; le premier et le second serre-flancs étant mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur entre une position relâchée et une position de serrage dans laquelle le premier et le second serre-flancs sont rapprochés respectivement de la surface d'appui du premier élément de matrice et du second élément de matrice manière à serrer la tôle métallique contre la surface d'appui du premier élément et du second éléments de matrice ;

ledit procédé comportant :

- le positionnement d'une tôle métallique en appui contre les surfaces d'appui du premier et du second éléments de matrice ;
- le déplacement du premier et du second serre-flancs dans leur position de serrage dans laquelle le premier et le second serre-flancs serrent la tôle métallique respectivement contre la surface d'appui du premier élément de matrice et du second élément de matrice ;
- le déplacement du poinçon supérieur vers sa position de pliage dans laquelle la tête du poinçon supérieur presse la tôle métallique à l'intérieur de l'empreinte de la matrice inférieure afin de former une ondulation, ledit déplacement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage entraînant un pliage de la tôle métallique de telle sorte que la tôle métallique transmet une force de traction selon la direction x aux éléments de matrice et aux serre-flancs et déplace ainsi les éléments de matrice et les serre-flancs vers leur position rapprochée.

**[0014]** Selon des modes de réalisation, un tel procédé peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la tôle métallique à plier comporte une ondulation préformée et le premier et le second éléments de matrice comportent chacun une rainure en forme de V ; lors du positionnement de la tôle métallique en appui contre les surfaces d'appui du premier et du second éléments de matrice, l'ondulation préformée étant engagée à l'intérieur des rainures.
- le dispositif de pliage comporte deux couteaux, destinés à la déformation de l'ondulation préformée, de part et d'autre du croisement entre l'ondulation préformée et l'ondulation à former, les deux couteaux étant disposés de part et d'autre de la zone d'intersection entre l'empreinte et les rainures des premier et second éléments de matrice ; lesdits couteaux étant montés coulissants sur le bâti inférieur selon la direction x entre une position écartée et une position rapprochée et étant rappelés vers leur position écartée par un troisième organe de rappel, lesdits couteaux étant en outre montés mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur entre une position basse de repos et une position haute de pliage dans laquelle ils sont aptes à déformer l'ondulation préformée, le dispositif comportant en outre un mécanisme d'actionnement des couteaux qui est agencé pour déplacer les couteaux vers leur position haute de pliage lors du déplacement du poinçon vers sa position de pliage ; le déplacement du poinçon supérieur vers sa position de pliage entraînant, d'une part un déplacement des couteaux vers leur position haute de pliage, et, d'autre part, un pliage de la tôle métallique de telle sorte que la tôle métallique transmet une force de traction selon la direction x aux couteaux et déplace ainsi les couteaux vers leur position rapprochée.

### Brève description des figures

**[0015]** L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- **La figure 1** est une vue d'une plaque métallique ondulée destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de gaz naturel liquéfié.
- **La figure 2** est une vue en perspective d'un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique.
- **La figure 3** est une vue partielle en perspective d'un dispositif de pliage dans laquelle le poinçon est représenté dans sa position de repos, les serre-flancs étant en position de serrage de la tôle métallique

contre les éléments de matrice, les serre-flancs et les éléments de matrice étant en outre dans leur position écartée.

- **La figure 4** est une vue partielle en perspective d'un dispositif de pliage dans laquelle le poinçon est représenté dans sa position de pliage, les serre-flancs et les éléments de matrice étant dans leur position rapprochée.
- **La figure 5** est une vue de dessus du dispositif de pliage de la figure 3 dans laquelle les serre-flancs et les éléments de matrice sont dans leur position écartée.
- **La figure 6** est une vue en coupe selon le plan VI-VI du dispositif de pliage de la figure 5.
- **La figure 7** est une vue avant du dispositif de pliage de la figure 3 dans laquelle les serre-flancs et les éléments de matrice sont dans leur position écartée.
- **La figure 8** est une vue en coupe selon le plan VIII-VIII du dispositif de pliage de la figure 7.
- **La figure 9** est une vue en perspective d'un couteau destiné à la déformation d'une ondulation haute de part et d'autre d'un croisement entre une ondulation haute et une ondulation basse.
- **La figure 10** est une vue latérale d'une installation de pliage comportant une pluralité de dispositifs de pliage tels qu'illustrés sur les figures 2 à 8.
- **Les figures 11, 12 et 13** sont des vues en perspective de dispositifs de pliage selon trois variantes de réalisation qui permettent en outre de former un joggling dans un ou deux bords de la tôle métallique.
- **Les figures 14 et 15** sont des vues schématiques illustrant respectivement la section du poinçon selon deux variantes de réalisation. **Les figures 16 et 17** sont des vues avant de dispositifs de pliage selon deux autres modes de réalisation, les serre-flancs et les éléments de matrice étant dans leur position écartée. Description détaillée de modes de réalisation

**[0016]** La figure 1 illustre une plaque métallique 1 ondulée destinée à la formation d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de gaz naturel liquéfié.

**[0017]** La plaque métallique 1 comporte une première série d'ondulations 2 parallèles, dites basses, s'étendant selon une direction y et une seconde série d'ondulations 3 parallèles, dites hautes, s'étendant selon une direction x. Les directions x et y des séries d'ondulations sont perpendiculaires. Les ondulations 2, 3 sont saillantes du côté de la face interne de la plaque métallique 1, destinée

à être mise en contact avec le fluide contenu dans la cuve. Les bords de la plaque métallique 1 sont ici parallèles aux ondulations 2, 3. Notons que les termes «haute» et «basse» ont un sens relatif et signifient que les ondulations 2, dites basses, présentent une hauteur inférieure aux ondulations 3, dites hautes.

**[0018]** La plaque métallique 1 comporte entre les ondulations 2, 3, une pluralité de surfaces planes 4. Au niveau de chaque croisement entre une ondulation basse 2 et une ondulation haute 3, la plaque métallique 1 comporte une zone de noeud 5. La zone de noeud 5 comporte une portion centrale 6 présentant un sommet en saillie vers l'intérieur de la cuve. Par ailleurs, la portion centrale 6 est bordée, d'une part, par une paire d'ondulations concaves 7 formées dans la crête de l'ondulation haute 3 et, d'autre part, par une paire de renforcement 8 dans lequel pénètre l'ondulation basse 2.

**[0019]** Les ondulations 2, 3 de la plaque métallique 1 permettent à la membrane d'étanchéité d'être flexible afin de pouvoir se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le gaz naturel liquéfié emmagasiné dans la cuve.

**[0020]** La tôle métallique 1 peut notamment être réalisée en acier inoxydable, en aluminium, en Invar®: c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre  $1,2 \cdot 10^{-6}$  et  $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de  $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Toutefois, d'autres métaux ou alliage sont également possibles.

**[0021]** A titre d'exemple, la tôle métallique 1 présente une épaisseur d'environ 1,2 mm. D'autres épaisseurs sont également envisageables, sachant qu'un épaississement de la tôle métallique 1 entraîne une augmentation de son coût et accroît généralement la rigidité des ondulations 2, 3.

**[0022]** Selon un mode de réalisation avantageux, non représenté, deux bords perpendiculaires de chaque tôle métallique 1 présentent un joggling, c'est-à-dire une partie dénivelée, de telle sorte que, lorsque les tôles métalliques sont soudées les unes aux autres, les bords présentant un joggling viennent chacun surmonter le bord en vis-à-vis de la tôle métallique adjacente.

**[0023]** Les figures 2 à 8 et 10 représentent un dispositif de pliage permettant de former une ondulation basse ainsi que le noeud entre cette ondulation basse et une ondulation haute, dans une tôle métallique dans laquelle une ondulation haute a préalablement été formée.

**[0024]** En se reportant à la figure 2, on voit que le dispositif de pliage comporte un bâti inférieur 9 fixe et un poussoir supérieur 10 qui est monté mobile verticalement par rapport au bâti inférieur 9. Le dispositif comporte un poinçon 11, porté par le poussoir supérieur 10, et présentant, à son extrémité inférieure, une tête 12 présentant une forme correspondant à la forme de l'ondulation à façonner. La tête 12 présente une section en V qui s'allonge sur toute la longueur de l'ondulation à former. La tête 12 du poussoir est destinée à s'engager, en po-

sition de pliage, à l'intérieur d'une empreinte 13, de forme complémentaire, formée dans une matrice inférieure portée par le bâti inférieur 9. Le poussoir supérieur 10 doit être apte à exercer une pression de l'ordre de 5 tonnes par zone de noeud à former. Ainsi, l'on pourra utiliser une presse apte à exercer une pression de l'ordre de 30 tonnes pour réaliser trois noeuds alors que les presses utilisées dans l'art antérieur doivent bien souvent présenter une capacité bien supérieure, de l'ordre de 150 à 200 tonnes.

**[0025]** La matrice inférieure est constituée de deux éléments de matrice 14, 15 qui sont montés coulissants horizontalement sur le bâti inférieur 9 selon une direction perpendiculaire à la direction de l'ondulation à former, entre une position écartée et une position rapprochée. Les éléments de matrice 14, 15 comportent une surface supérieure 16 d'appui de la tôle métallique. Chaque élément de matrice 14, 15 comporte, en outre, au niveau de son bord en vis-à-vis de l'autre élément de matrice 14, 15, une demi-empreinte, concave. Ainsi, lorsque les deux éléments de matrice 14, 15 sont dans une position rapprochée, les demi-empreintes forment ensemble l'empreinte 13, correspondant à la forme de l'ondulation à façonner. Des organes de rappel, non représentés sur la figure 2, assurent un rappel des deux éléments de matrice 14, 15 vers leur position écartée.

**[0026]** Par ailleurs, le poussoir 10 porte également deux serres-flancs 17, 18 s'étendant de part et d'autre du poinçon 11. Chaque serre-flanc 17, 18 est disposé en vis-à-vis d'un élément de matrice 14, 15 respectif. Les serres-flancs 17, 18 étant portés par le poussoir 10, ils sont aptes à être déplacés entre une position de repos et une position de serrage dans laquelle ils plaquent la tôle métallique contre la surface d'appui 16 des éléments de matrice 14, 15, lorsque le poussoir 10 est déplacé vers le bâti inférieur 9.

**[0027]** Les serres-flancs 17, 18 sont montés mobiles verticalement par rapport au poussoir 10. Dans le mode de réalisation représenté, chaque serre-flanc 17, 18 est monté coulissant verticalement sur une plaque de support 19, 20 via un dispositif de guidage comportant une pluralité de tubes guides 21 solidaires dudit serre-flanc 17, 18 et montés coulissants dans des alésages ménagés dans la plaque de support 19, 20. Des ressorts 22 exercent un effort de rappel entre chaque plaque de support 19, 20 et le serre-flanc 17, 18 en vis-à-vis. Ainsi, les déplacements des serres-flancs 17, 18, vers leur position de serrage, et du poinçon 11, vers sa position de pliage, peuvent être assurés simultanément par le déplacement du poussoir 10. En outre, l'effort de serrage entre les serres-flancs 17, 18 et la matrice inférieure est maîtrisé au moyen des ressorts 22. Notons que, dans un mode de réalisation non représenté, les ressorts 22 sont remplacés par des vérins à gaz, également appelés ressorts à gaz, comportant une extrémité fixée à une plaque de support 19, 20 et une seconde extrémité fixée au serre-flanc 17, 18 en vis-à-vis. De manière alternative, les ressorts 22 pourront également être remplacés par des vé-

rins hydrauliques ou pneumatiques.

**[0028]** Les serres-flancs 17, 18 sont également montés coulissants horizontalement sur le poussoir supérieur 10, selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale de l'ondulation à former. Pour ce faire, chaque plaque de support 19, 20 est solidarisée à des chariots 23 qui sont montés coulissant sur des rails de guidage 24 portés par le poussoir supérieur 10. Afin de quasiment supprimer les frottements entre les chariots 23 et les rails de guidage 24, les chariots 23 sont avantageusement des chariots à roulements qui comportent une pluralité de corps roulants aptes à coopérer avec des chemins de roulements portés par le rail de guidage. Les serres-flancs 17, 18 sont ainsi montés coulissants sur le poussoir supérieur 10 entre une position écartée et une position rapprochée. Par ailleurs, un ou plusieurs organes de rappel, non représentés, assurent un rappel des serres-flancs 17, 18 vers leur position écartée. A titre d'exemple, les organes de rappel sont des ressorts qui comportent une première extrémité en appui contre une face latérale du poinçon 11 et une seconde extrémité en appui contre le chariot mobile 23 ou contre la plaque de support 19, 20 en vis-à-vis.

**[0029]** Sur les figures 3 à 8, le poussoir supérieur 10 ainsi que les moyens de guidage et de rappel des serres-flancs 17, 18 ne sont pas représentés. En outre, les serres-flancs 17, 18 sont représentés dans une position de serrage de la plaque métallique contre les surfaces d'appui 16 des éléments de matrice 14, 15. Les éléments de matrice 14, 15 et les serres-flancs 17, 18 sont représentés, en position écartée, sur les figures 3 et 5 à 8, et en position rapprochée, sur la figure 4.

**[0030]** Comme représenté sur les figures 3 et 4, chaque élément de matrice 14, 15 est solidarisé à des chariots 25 montés coulissants horizontalement, selon la direction x, sur des rails de guidage 26 portés par le bâti inférieur 9. Les chariots 25 sont avantageusement des chariots à roulements qui comportent une pluralité de corps roulants aptes à coopérer avec des chemins de roulements portés par le rail de guidage 26. Les organes de rappel, assurant un rappel des deux éléments de matrice 14, 15 vers leur position écartée sont ici des ressorts 27, représentés sur la figure 3, qui sont en appui entre les deux éléments de matrice 14, 15.

**[0031]** Par ailleurs, l'on observe également sur les figures 3 et 4 que les éléments de matrice 15, 16 comportent chacun une rainure 28 s'étendant selon la direction x, perpendiculairement à la direction y de l'empreinte 13. Les rainures 28 sont destinées à la réception de l'ondulation haute, préalablement formée dans la plaque métallique. Les rainures 28 présentent ainsi une section en V, de forme complémentaire à celle de l'ondulation haute. De même, les serres-flancs 17, 18 comportent chacun, un élément mâle 29 en saillie, dirigé vers le bas, s'étendant selon la direction x et présentant une forme de V complémentaire à celle de l'ondulation haute.

**[0032]** Dès lors, en fonctionnement, lorsque les serres-flancs 17, 18 sont positionnées dans leur position de ser-

rage, l'ondulation haute préformée est maintenue entre les éléments mâles 29 des serre-flancs 17, 18 et les rainures 28 des éléments de matrice 15, 16. Ainsi, un serrage de la plaque métallique est également réalisé au niveau de l'ondulation haute préformée lors du façonnage d'une ondulation basse.

**[0033]** La tête 12 du poinçon 11 comporte un doigt 38, représenté sur la figure 6, faisant saillie de la tête 12 en direction du bâti inférieur 9 et disposé en vis-à-vis de la zone d'intersection entre les demi-empreintes et les rainures 28 des premier et second éléments de matrice 14, 15. Le doigt 38 présente une forme de lamelle qui est apte à déformer la zone d'intersection entre l'ondulation haute et l'ondulation basse afin de façonner un sommet en saillie. Dans un mode de réalisation non représenté, le doigt est amovible verticalement et apte à se rétracter une fois l'amorçage de la déformation du sommet du noeud débuté.

**[0034]** Par ailleurs, le dispositif de pliage est également équipé de couteaux 30, 31, représenté sur les figures 5 et 6, permettant le façonnage des ondulations concaves 7 dans la crête de l'ondulation haute de la plaque métallique, de part et d'autre du croisement entre l'ondulation haute préformée et l'ondulation basse à former. Les couteaux 30, 31 présentent une lame 32 dirigée vers le haut et s'étendant parallèlement à la direction de l'empreinte 13.

**[0035]** Les couteaux 30, 31 sont montés coulissants, sur le bâti inférieur 9, selon la direction x des rainures 28 entre une position écartée et une position rapprochée. Pour ce faire, les couteaux 30, 31 sont chacun montés sur un chariot 33 monté coulissant sur un rail de guidage 34. Par ailleurs, les rails de guidage 34 sont portés par un organe de support des couteaux 35 qui est monté mobile verticalement par rapport au bâti inférieur 9. Le dispositif de pliage est également équipé d'un mécanisme d'actionnement, décrit par la suite, qui est apte à déplacer l'organe de support des couteaux 35 vers le haut afin que lesdits couteaux 30, 31 soient déplacés dans une position haute de pliage, lorsque le poinçon 11 se déplace vers le bas en direction de sa position de pliage. Des organes de rappel assurent un rappel des couteaux 30, 31 vers leur position écartée. Les organes de rappel sont ici des ressorts 36 qui agissent entre l'organe de support des couteaux 35 et lesdits couteaux 30, 31.

**[0036]** Afin que les couteaux 30, 31 puissent venir déformer l'ondulation haute de part et d'autre du croisement entre l'ondulation haute et l'ondulation basse, les éléments de matrice 14, 15 présentent chacun une échancrure 37 au niveau de l'intersection entre leur demi-empreinte de façonnage de l'ondulation basse et leur rainure 28 de logement de l'ondulation haute.

**[0037]** Les figures 7 et 8 représentent le mécanisme d'actionnement des couteaux qui est agencé pour déplacer l'organe de support des couteaux 35 vers le haut lorsque le poinçon 11 est entraîné vers sa position de pliage. Le mécanisme d'actionnement comporte deux leviers 39, 40. Les leviers 39, 40 sont disposés dans l'es-

pace formé entre les deux éléments de matrice 14, 15. Les leviers 39, 40 sont montés articulés sur le bâti supérieur 9 autour d'un axe de rotation parallèle à la direction x des rainures 28.

**[0038]** Les leviers 39, 40 comportent chacun une première extrémité 41 destinée à coopérer, en fonctionnement avec une portion de la tôle métallique destinée à être pliée par le poinçon 11. Par ailleurs, les leviers 39, 40 comportent une seconde extrémité 43 coopérant avec l'organe mobile de support des couteaux 35 afin de le déplacer vers le haut. La première extrémité 41 des leviers 39, 40 porte une pièce de contact 42 qui, d'une part, est montée articulée sur la première extrémité 41 des leviers 39, 40, et, d'autre part, comporte une semelle plane d'appui destinée à coopérer avec la tôle métallique. Un tel agencement permet d'obtenir une surface de contact entre le levier 39, 40 et la tôle métallique sensiblement constante lors du pivotement des leviers 39, 40. Par ailleurs, la seconde extrémité 43 des leviers 39, 40 coopère avec un rebord 44 porté par l'organe de support des couteaux 35.

**[0039]** En fonctionnement, lorsque le poinçon 11 entre en contact avec la portion de la tôle métallique à plier, le poinçon 11 va exercer sur les premières extrémités 42 des leviers 39, 40 une force tendant à les faire pivoter de telle sorte que la seconde extrémité 43 des leviers 39, 40 agisse sur le rebord 44 de l'organe de support des couteaux 35 et que les couteaux 30, 31 se déplacent vers leur position haute de pliage dans laquelle ils déforment la crête de l'ondulation haute de la plaque métallique. Lorsque le pliage de l'ondulation est terminé et que le poinçon 11 est remonté, l'organe de support des couteaux 35 retourne dans sa position basse de repos sous l'effet de la gravité.

**[0040]** On observe, sur la figure 6, que l'organe de support des couteaux 35 est monté coulissant sur le bâti inférieur 9 au moyen d'un tube guide 44 fixé sur le bâti inférieur 9 et coopérant avec un alésage ménagé à l'intérieur de l'organe de support des couteaux 35.

**[0041]** Par ailleurs, l'on observe également que les leviers sont symétriques l'un par rapport à l'autre par rapport à un plan vertical passant par l'axe des rainures 28. Les leviers 39, 40 pivotent donc dans des sens de rotation opposés. Un tel agencement permet de réaliser un mécanisme d'actionnement des couteaux équilibré.

**[0042]** Le procédé de pliage d'une tôle métallique ondulée sera maintenant décrit.

**[0043]** Dans un premier temps, la tôle métallique est placée sur les surfaces d'appui 16 du premier et du second éléments de matrice 14, 15. La tôle métallique est positionnée de telle sorte que son ondulation haute préformée soit positionnée à l'intérieur des rainures 28 des éléments de matrice 15, 16.

**[0044]** Par la suite, le poussoir supérieur 10 est déplacé vers le bas en direction du bâti inférieur 9. Les serre-flancs 17, 18 sont ainsi positionnés dans leur position de serrage dans laquelle ils serrent la tôle métallique contre les surfaces d'appui des éléments de matrice (figures 3

et 5 à 8). Puis, les ressorts 22 s'étendant entre les serre-flancs 17, 18 et le poussoir supérieur 10 se compriment alors que le poussoir continue à descendre et que le poinçon 11 déforme la tôle métallique.

**[0045]** La tôle métallique étant serrée entre les serre-flancs 17, 18 et les éléments de matrice 14, 15, la tôle métallique, en se déformant sous l'effet du poinçon 11, exerce une force de traction sur les serre-flancs 17, 18 et les éléments de matrice 14, 15, à l'encontre de leurs organes de rappel 27, afin de les déplacer vers leur position rapprochée (Figure 4). Ainsi, les serre-flancs 17, 18 et les éléments de matrice 14, 15 sont déplacés vers leur position rapprochée de manière synchronisée avec le déplacement du poinçon 11 et cela sans nécessiter de moyen d'actionnement dédié.

**[0046]** Par ailleurs, de même, lorsque la tête 12 du poinçon 11 s'engage à l'intérieur de l'empreinte 13, la tôle métallique exerce un effort sur les leviers 39, 40 d'actionnement des couteaux 30, 31 ce qui entraîne un mouvement des couteaux 30, 31 vers leur position haute de pliage. En parallèle, la tôle métallique en se déformant exerce sur les couteaux 30, 31 un effort de traction qui tend à les faire coulisser vers leur position rapprochée.

**[0047]** Lorsque la tête 12 du poinçon 11 a atteint sa position extrême, le poussoir supérieur 10 peut alors être ramené vers le haut, en s'éloignant du bâti inférieur 9. Dès lors, les couteaux 30, 31, les éléments de matrice 14, 15 et les serre-flancs 17, 18 sont automatiquement rappelés par leurs organes de rappel respectifs 27, 36 vers leur position écartée.

**[0048]** En relation avec la figure 10, on a représenté une installation de pliage comportant une pluralité de dispositifs de pliage A, B, C tels que décrits ci-dessus. Dans le mode de réalisation représenté, l'installation de pliage est destinée à former au moins une ondulation dans une tôle métallique comportant trois ondulations hautes préformées. Ainsi, pour former cette ondulation, on utilise trois dispositifs disposés A, B, C les uns à la suite des autres dans la direction y. Des éléments d'entretoise 45 peuvent être disposés entre les différents dispositifs de pliage A, B, C. Ainsi, en changeant les dimensions desdits éléments d'entretoise 45 on peut facilement faire varier le pas entre les ondulations hautes.

**[0049]** De même, l'installation de pliage peut comporter plusieurs rangées de dispositifs de pliage A, B, C afin de pouvoir former plusieurs ondulations basses dans une même tôle métallique, lesdites rangées étant disposées les unes à la suite des autres dans la direction x. Notons toutefois que, dans une telle installation de pliage, il sera nécessaire de commander les dispositifs de pliage, de manière séquentielle, de telle sorte que les ondulations basses soient successivement façonnées.

**[0050]** En relation avec les figures 11, 12 et 13, on observe des dispositifs de pliage qui permettent de former un jogglinage au niveau des bords de la tôle métallique 1 simultanément à la formation de l'ondulation basse 2 et de la zone de noeud 5.

**[0051]** Le dispositif de pliage illustré sur la figure 11

permet de former un jogglinage le long d'un bord de la tôle métallique 1 perpendiculaire aux ondulations basses 2. Pour ce faire, la matrice inférieure présente un renforcement 45 qui s'étend perpendiculairement à la direction de l'ondulation 2 à former, le long d'un des bords de la matrice inférieure. En d'autres termes, le renforcement comporte, d'une part, une première portion longeant un bord de la surface d'appui 16 et de la demi-empreinte 13 de l'élément de matrice 14 et une seconde portion longeant un bord de la surface d'appui 16 et de la demi-empreinte 13 de l'élément de matrice 15. Par ailleurs, le poinçon 11 ainsi que les serre-flancs 17, 18 comportent chacun une portion en saillie 46 qui est décalée vers le bas et est destinée à s'engager dans le renforcement 45 de la matrice inférieure afin de former un jogglinage dans un bord de la tôle métallique 11 qui est perpendiculaire à l'ondulation 2 à former, lors du mouvement des serre-flancs 17, 18 vers leur position de serrage et du poinçon 11 vers sa position de pliage.

**[0052]** Le dispositif de pliage illustré sur la figure 13 permet de former un jogglinage le long d'un bord parallèle aux ondulations basses 2. Pour ce faire, la matrice inférieure présente un renforcement 47 qui s'étend parallèlement à la direction de l'ondulation 2 à former le long d'un des bords de la matrice inférieure. Le renforcement 47 est ici ménagé le long d'un bord de l'élément de matrice 14, opposé au bord comportant la demi-empreinte 13. Le renforcement 47 est formé le long du bord de la surface d'appui 16 de l'élément de matrice 14 et est également formé le long d'un bord de la rainure 28 en forme de V. Par ailleurs, le serre-flanc 17 en vis-à-vis comporte une portion en saillie 48 de forme complémentaire au renforcement 47 ménagé dans l'élément de matrice 14. La portion en saillie 48 est formée le long d'un bord du serre-flanc 17 sur toute sa dimension. Ainsi, la portion en saillie 48 est également ménagée sur le bord de l'élément mâle 29 dirigé vers le bas et destiné à se loger dans la rainure 28 lorsque les serre-flancs 17, 18 sont dans leur position de serrage.

**[0053]** Ainsi, la portion en saillie 47 s'engage dans le renforcement 48 ménagé le long d'un bord de l'élément de matrice 14 de manière à former un jogglinage dans un bord de la tôle métallique 1 parallèle à l'ondulation 2 à former lors du mouvement des serre-flancs 17, 18 vers leur position de serrage.

**[0054]** Le dispositif de pliage illustré sur la figure 12 combine le renforcement 45 et la portion en saillie 46 perpendiculaires à l'ondulation 2 à former, tels que décrits en relation avec la figure 11, et le renforcement 47 et la portion en saillie 48 parallèles à l'ondulation 2 à former, tels que décrits en relation avec la figure 13. Ainsi, le dispositif de pliage de la figure 13 permet de former un jogglinage le long d'un angle de la tôle métallique 1, c'est-à-dire le long d'un bord parallèle aux ondulations basses 2 et d'un bord perpendiculaire aux ondulations basses 2.

**[0055]** On comprend dès lors qu'une installation de pliage associant les trois types de dispositifs de pliage

précités permet de former un jogglinage sur toute la longueur de deux bords perpendiculaires d'une tôle métallique 1, telle que représentée sur la figure 1.

**[0056]** En relation avec les figures 14 et 15, on observe la section de la rainure 28 des éléments de matrice 14, 15 selon deux modes de réalisation. Cette rainure 28 présente une forme complémentaire à celle de l'ondulation haute 3. Dans ces deux variantes, la section présente une forme de V qui est définie par deux faces latérales 49a, 49b se rejoignant au niveau d'une zone de crête 49c.

**[0057]** La section, illustrée sur la figure 14, présente sensiblement une forme semi-elliptique. Les deux portions latérales 49a, 49b sont donc arquées. Cette forme correspond à la forme définitive des ondulations hautes 3. Une telle forme permet de conférer à la membrane d'excellentes caractéristiques de tenue mécanique. Elle permet en particulier d'augmenter la résistance de la membrane à la pression hydrostatique et aux pressions hydrodynamiques générées par les mouvements de « sloshing » du liquide à l'intérieur de la cuve.

**[0058]** La section illustrée sur la figure 15 présente une forme sensiblement triangulaire hormis dans la zone de crête 49c qui présente un congé. En d'autres termes, les deux faces latérales 49a, 49b se rejoignant au niveau de la zone de crête sont sensiblement planes. La rainure 28 présente une telle forme lorsque lors de la formation de l'ondulation basse 2, l'ondulation haute 3 ne présente pas sa forme définitive, celle-ci étant reprise par la suite afin de lui conférer sa forme définitive.

**[0059]** Dans les modes de réalisation représentés sur les figures 16 et 17, le dispositif de pliage est équipé de moyens d'assistance au déplacement des éléments de matrice 14, 15 et des serres-flancs 17, 18 vers leur position rapprochée. De tels moyens d'assistance sont particulièrement avantageux en ce qu'ils permettent notamment de garantir que les éléments de matrice 14, 15 et les serres-flancs 17, 18 se déplacent sur l'intégralité de leur course, c'est-à-dire jusqu'à leur position finale rapprochée, lors du mouvement du poinçon 11 vers sa position de pliage.

**[0060]** Dans le mode de réalisation de la figure 16, les moyens d'assistances comportent deux cames 50, 51 coopérant chacune avec un suiveur de came 52, 53. Chaque élément de matrice 14, 15 est équipé d'un suiveur de came 52, 53 adapté pour coopérer avec une surface de came 50, 51 respective portée par le poussoir supérieur 10 lorsque celui-ci se déplace vers le bas de sa position de repos vers sa position de pliage. Les suiveurs de came 52, 53 sont avantageusement des galets montés fou autour d'un axe horizontal, parallèle à la direction y. Les surfaces de came 52, 53 sont orientées de telle sorte que lorsque le poussoir supérieur 10 se déplace de sa position de repos vers sa position de pliage, la surface de came 52, 53 exerce un appui sur le suiveur de came 52, 53 tendant à déplacer les éléments de matrice 14, 15 vers leur position rapprochée.

**[0061]** Selon un mode de réalisation, les cames 50, 51 et suiveurs de came 52, 53 sont agencés de telle sorte

qu'ils n'interviennent pas dès que le poinçon 11 entre en contact avec la portion de la tôle métallique à plier mais ultérieurement lors du mouvement du poinçon 11 vers sa position finale de pliage. Les cames 50, 51 peuvent aussi être agencés de telle sorte que les suiveurs de came 52, 53 ne viennent en contact avec les cames 50, 51 de sorte à assister le mouvement des éléments de matrice 14, 15 que dans l'hypothèse où la cinématique des éléments de matrice présente un léger retard par rapport à la cinématique souhaitée.

**[0062]** Dans le mode de réalisation de la figure 17, les moyens d'assistance sont constitués de vérins 54, 55, tels que des vérins pneumatiques par exemple. Les moyens d'assistance comprennent au moins deux vérins 54, 55 qui coopèrent respectivement avec l'un et l'autre des deux éléments de matrice 14, 15. Chaque vérin 54, 55 comporte une extrémité qui est fixée sur le bâti inférieur 9 et une extrémité coopérant avec l'un des éléments de matrice 14, 15. Ainsi, les vérins sont aptes à assister le déplacement des éléments de matrice 14, 15 de leur position écartée vers leur position rapprochée.

**[0063]** Selon un mode de réalisation, les vérins 54, 55 sont des vérins de traction, c'est-à-dire des vérins aptes à agir dans un sens correspondant à un mouvement de rétraction de leur tige. Dans ce cas, la tige de chacun des vérins 54, 55 traverse l'un des éléments de matrice 14, 15 et coopère avec l'autre élément de matrice 14, 15 opposé afin de le tracter vers sa position rapprochée.

**[0064]** Selon un autre mode de réalisation, les vérins 54, 55 sont des vérins de poussée, c'est-à-dire des vérins aptes à agir dans un sens correspondant à un mouvement d'extension de leur tige. Dans ce cas, la tige de chacun des vérins 54, 55 coopère avec l'élément de matrice 14, 15 adjacent de manière à le pousser vers sa position rapprochée.

**[0065]** Selon un mode de réalisation, les moyens d'assistance comprennent deux paires de vérins 54, 55 coopérant chacune avec l'un et l'autre des éléments de matrice 14. Dans un tel cas, afin d'équilibrer les efforts agissant sur les éléments de matrice 14, les vérins de chaque paire 54, 55 sont respectivement disposés de part et d'autre d'un plan vertical passant par la rainure 28 de chaque élément de matrice. Selon une réalisation, les extrémités des tiges des deux vérins de chaque paire 54, 55 sont fixées sur une plaque intermédiaire, non représentée, qui est apte à venir coopérer avec l'un des éléments de matrice 14, 15 afin de le pousser vers sa position rapprochée. Ainsi, une telle plaque intermédiaire permet, d'une part, une synchronisation du mouvement des vérins de chaque paire et, d'autre part, une répartition des efforts s'exerçant sur les éléments de matrice 14, 15 de sorte que les efforts s'exercent parallèlement à l'orientation des rails de guidage 26.

**[0066]** Selon un mode de réalisation non représentée, les vérins 54, 55 précités sont associés avec des vérins pneumatiques additionnelles qui coopèrent avec les serres-flancs 17, 18 afin de les déplacer vers leur position rapprochée. Dans ce cas, les vérins additionnelles sont

avantageusement synchronisés avec les vérins 54, 55 agissant sur les éléments de matrice 14, 15.

**[0067]** Par ailleurs, les moyens d'assistance peuvent également ne comprendre que des vérins pneumatiques agissant sur le déplacement des serre-flancs 17, 18, bien que cette réalisation soit moins avantageuse.

**[0068]** On notera en particulier, qu'un tel dispositif de pliage pourra également être utilisé pour la formation des ondulations hautes d'une plaque métallique. Dans un tel cas, le dispositif de pliage pourra être simplifié et ne pas comporter de couteau, de rainure ménagée dans les éléments de matrice et d'élément mâle formé dans les serre-flancs.

**[0069]** L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

**[0070]** Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## Revendications

1. Dispositif de pliage pour former une ondulation (2) dans une tôle métallique (1) destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de fluide, le dispositif de pliage comportant :

- un bâti inférieur (9);
- une matrice inférieure comportant un premier et un second éléments de matrice (14, 15) présentant chacun une surface d'appui (16) de la tôle métallique (1) et une demi-empreinte concave, les premier et second éléments de matrice (14, 15) étant chacun montés coulissants sur le bâti inférieur (9), selon une direction x, de manière à pouvoir coulisser entre une position écartée et une position rapprochée, les demi-empreintes du premier et du second éléments de matrice (14, 15) définissant ensemble une empreinte (13) correspondant à la forme de l'ondulation à former lorsque les premier et second éléments de matrice (14, 15) sont dans leur position rapprochée, lesdits premiers et second éléments de matrice (14, 15) étant rappelés vers leur position écartée par un premier organe de rappel (27) ;
- un poinçon supérieur (11), agencé au-dessus de la matrice inférieure, comportant une extrémité inférieure pourvue d'une tête (12) présentant une forme complémentaire à celle de l'empreinte (13), ledit poinçon supérieur étant mobile verticalement par rapport au bâti inférieur (9) en-

tre une position de repos et une position de pliage dans laquelle la tête (12) dudit poinçon supérieur (11) est engagée à l'intérieur de l'empreinte (13) de la matrice inférieure de manière à presser la tôle métallique (1) ; et

- un premier et un second serre-flancs (17, 18) s'étendant de part et d'autre du poinçon supérieur (11), au-dessus de la matrice inférieure, respectivement en vis-à-vis du premier et du second éléments de matrice (14, 15), lesdits premier et second serre-flancs (17, 18) étant montés coulissants, selon la direction x, entre une position rapprochée et une position écartée et étant rappelés vers leur position écartée par un deuxième organe de rappel ; le premier et le second serre-flancs (17, 18) étant mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur (9) entre une position relâchée et une position de serrage dans laquelle le premier et le second serre-flancs (17, 18) sont rapprochés respectivement de la surface d'appui (16) du premier élément de matrice (14) et du second élément de matrice (15) manière à serrer la tôle métallique (1) contre la surface d'appui du premier et du second éléments de matrice (14, 15) de telle sorte que, en fonctionnement, lorsque la tôle métallique (1) est serrée entre les serre-flancs (17, 18) et les éléments de matrice (14, 15), le déplacement du poinçon supérieur (11) de sa position de repos vers sa position de pliage entraîne un pliage de la tôle métallique (1) lors duquel la tôle métallique (1) transmet une force de traction selon la direction x aux éléments de matrice (14, 15) et aux serre-flancs (17, 18) et déplace ainsi les éléments de matrice (14, 15) et les serre-flancs (17, 18) vers leur position rapprochée.

2. Dispositif de pliage selon la revendication 1, destiné à former une ondulation (2) dans une tôle métallique (1) comportant une ondulation préformée (3) s'étendant selon une direction perpendiculaire à l'ondulation (2) à former, dans lequel le premier et le second éléments de matrice (14, 15) comportent chacun une rainure (28) en forme de V, destinée à recevoir ladite ondulation préformée (3).
3. Dispositif de pliage selon la revendication 2, dans lequel les serre-flancs (17, 18) comportent chacun un élément mâle (29), en saillie en direction du bâti inférieur (9), présentant une forme de V qui est apte à venir s'introduire dans la rainure (28) de l'élément de matrice (14, 15) en vis-à-vis, lorsque les serre-flancs (17, 18) sont dans leur position de serrage.
4. Dispositif de pliage selon la revendication 2 ou 3, dans lequel la tête (12) du poinçon (11) comporte un doigt (38) faisant saillie de la tête en direction du bâti inférieur (9) et disposé en vis-à-vis de la zone d'in-

tersection entre l'empreinte (13) et les rainures (28) des premier et second éléments de matrice (14, 15).

5. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, comportant deux couteaux (30, 31), destinés à la déformation de l'ondulation préformée (3), de part et d'autre du croisement entre l'ondulation préformée (3) et l'ondulation à former (2), les deux couteaux (30, 31) étant disposés de part et d'autre de la zone d'intersection entre l'empreinte (13) et les rainures (28) des premier et second éléments de matrice (14, 15) ; lesdits couteaux (30, 31) étant montés coulissants sur le bâti inférieur (9) selon la direction x entre une position écartée et une position rapprochée et étant rappelés vers leur position écartée par un troisième organe de rappel (36), lesdits couteaux (30, 31) étant en outre montés mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur (9) entre une position basse de repos et une position haute de pliage dans laquelle ils sont aptes à déformer l'ondulation préformée (3), le dispositif comportant en outre un mécanisme d'actionnement des couteaux qui est agencé pour déplacer les couteaux (30, 31) vers leur position haute de pliage lors du déplacement du poinçon (11) vers sa position de pliage.

6. Dispositif de pliage selon la revendication 5, dans lequel le mécanisme d'actionnement des couteaux comporte un organe mobile de support des couteaux (35) monté mobile verticalement sur le bâti inférieur (9) et deux leviers (39) qui sont chacun montés articulés sur le bâti inférieur (9); les leviers (39) comportant chacun :

- une première extrémité pourvue d'une surface d'appui, s'étendant à l'intérieur de l'empreinte (13) de la matrice inférieure et apte à coopérer, en fonctionnement, avec une portion de la tôle métallique (1) destinée à être pliée pour former l'ondulation (2), de telle sorte que le levier (39) pivote lorsque le poinçon supérieur (11) se déplace vers sa position de pliage ; et
- une seconde extrémité coopérant avec l'organe mobile de support des couteaux (35) de manière à ce que l'organe mobile de support des couteaux soit déplacé vers le haut lorsque, en raison d'un déplacement du poinçon supérieur (11) vers sa position de pliage, le levier (39) pivote.

7. Dispositif de pliage selon la revendication 6, dans lequel les couteaux (30, 31) sont chacun portés par un chariot (33) monté coulissant sur un rail de guidage respectif (34) et dans lequel lesdits rails de guidage (34) sont portés par l'organe mobile de support des couteaux (35).

8. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant un poussoir supérieur (10) monté mobile verticalement par rapport au bâti inférieur (9) ; le poinçon supérieur (11) étant porté par le poussoir supérieur (10); les premier et second serre-flancs (17, 18) étant montés coulissants verticalement respectivement sur une première et une seconde plaques de support (19, 20); lesdites première et seconde plaques de support (19, 20) étant montés coulissants selon la direction x sur le poussoir supérieur (10) afin de permettre le mouvement des serre-flancs (17, 18) entre leur position rapprochée et leur position écartée ; chaque serre-flanc (17, 18) étant en outre rappelé à distance de sa plaque de support respective par des organes de rappel (22).

9. Dispositif de pliage selon la revendication 8, dans lequel les organes de rappel exerçant un effort de rappel entre chaque serre-flanc (17, 18) et sa plaque de support respective (19, 20) sont des ressorts, des vérins à gaz, des vérins hydrauliques ou des vérins pneumatiques.

10. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la matrice inférieure présente un renforcement (45) s'étendant selon une direction perpendiculaire à l'ondulation (2) à former, le renforcement (45) s'étendant le long d'un bord de la surface d'appui (16) et d'un bord de la demi-empreinte de chacun des premier et second éléments de matrice (14, 15) et dans lequel le poinçon supérieur (11), le premier et le second serre-flancs (17, 18) présentent chacun un bord pourvu d'une portion en saillie (46), disposée au-dessus dudit renforcement (45), de forme complémentaire audit renforcement (47) et destinée à s'engager dans ledit renforcement (45) lors du mouvement du poinçon supérieur (11) vers sa position de pliage et des serre-flancs (17, 18) vers leur position de serrage de manière à former un jogglinage le long d'un bord de la tôle métallique (1) perpendiculaire à l'ondulation (2) à former.

11. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel la matrice inférieure présente un renforcement (47) s'étendant selon une direction parallèle à l'ondulation (2) à former, le renforcement (47) s'étendant le long d'un bord de la surface d'appui (16) de l'un des premier et second éléments de matrice (14, 15) et dans lequel l'un des premier et second serre-flancs (17, 18) présente une portion en saillie (48) disposée au-dessus dudit renforcement (47), de forme complémentaire audit renforcement (47) et destinée à s'engager dans ledit renforcement (47) lors du mouvement des serre-flancs (17, 18) vers leur position de serrage de manière à former un jogglinage le long d'un bord de la

tôle métallique (1) parallèle à l'ondulation (2) à former.

12. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant en outre des moyens d'assistance au déplacement des premier et second éléments de matrice (14, 15) et des premier et second serre-flancs (17, 18) vers leur position rapprochée. 5
13. Dispositif de pliage selon la revendication 12, dans lequel les moyens d'assistance comprennent deux vérins (54, 55) coopérant respectivement avec l'un et l'autre des premier et second éléments de matrice (14, 15) ou avec l'un et l'autre des premier et second serre-flancs (17, 18) et étant agencés pour assister le déplacement des éléments de matrice (14, 15) et des serre-flancs (17, 18) vers leur position rapprochée lors du déplacement du poinçon supérieur (11) de sa position de repos vers sa position de pliage. 10 15 20
14. Dispositif de pliage selon la revendication 12, dans lequel les moyens d'assistance comprennent un premier et un second suiveurs de came (52, 53) portés respectivement par l'un et l'autre des premier et second éléments de matrice (14, 15) et respectivement aptes à coopérer avec une première et une second surfaces de came (50, 51) solidaires du poinçon supérieur (11) ; le premier et le second suiveurs de came (52, 53) et la première et la second surfaces de came (50, 51) étant agencés de telle sorte que lors du déplacement du poinçon supérieur (11) de sa position de repos vers sa position de pliage, le premiers et le second suiveurs de came coopèrent respectivement avec la première et la seconde surfaces de came pour assister le déplacement des éléments de matrice et des serre-flancs vers leur position rapprochée. 25 30 35
15. Installation de pliage comportant une pluralité de dispositifs de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 14. 40
16. Procédé d'utilisation d'un dispositif de pliage pour former une ondulation (2) dans une tôle métallique (1) destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de fluide, le dispositif de pliage comportant : 45
  - un bâti inférieur (9); 50
  - une matrice inférieure comportant un premier et un second éléments de matrice (14, 15) présentant chacun une surface d'appui (16) de la tôle métallique (1) et une demi-empreinte concave, les premier et second éléments de matrice (14, 15) étant chacun montés coulissants sur le bâti inférieur (9), selon une direction x, de manière à pouvoir coulisser entre une position écar-

tée et une position rapprochée, les demi-empreintes du premier et du second éléments de matrice (14, 15) définissant ensemble une empreinte (13) correspondant à la forme de l'ondulation à former lorsque les premier et second éléments de matrice (14, 15) sont dans leur position rapprochée, lesdits premiers et second éléments de matrice (14, 15) étant rappelés vers leur position écartée par un premier organe de rappel (27) ;

- un poinçon supérieur (11), agencé au-dessus de la matrice inférieure, comportant une extrémité inférieure pourvue d'une tête (12) présentant une forme complémentaire à celle de l'empreinte (13), ledit poinçon supérieur étant mobile verticalement par rapport au bâti inférieur (9) entre une position de repos et une position de pliage dans laquelle la tête (12) dudit poinçon supérieur (11) est engagée à l'intérieur de l'empreinte (13) de la matrice inférieure de manière à presser la tôle métallique (1) ; et

- un premier et un second serre-flancs (17, 18) s'étendant de part et d'autre du poinçon supérieur (11), au-dessus de la matrice inférieure, respectivement en vis-à-vis du premier et du second éléments de matrice (14, 15), lesdits premier et second serre-flancs (17, 18) étant montés coulissants, selon la direction x, entre une position rapprochée et une position écartée et étant rappelés vers leur position écartée par un deuxième organe de rappel ; le premier et le second serre-flancs (17, 18) étant mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur (9) entre une position relâchée et une position de serrage dans laquelle le premier et le second serre-flancs (17, 18) sont rapprochés respectivement de la surface d'appui (16) du premier élément de matrice (14) et du second élément de matrice (15) manière à serrer la tôle métallique (1) contre la surface d'appui du premier et du second éléments de matrice (14, 15) ;

ledit procédé comportant :

- le positionnement d'une tôle métallique (1) en appui contre les surfaces d'appui (16) du premier et du second éléments de matrice (14, 15) ;
- le déplacement du premier et du second serre-flancs (17, 18) dans leur position de serrage dans laquelle le premier et le second serre-flancs (17, 18) serrent la tôle métallique (1) respectivement contre la surface d'appui du premier élément de matrice (14) et du second élément de matrice (15) ;
- le déplacement du poinçon supérieur (11) vers sa position de pliage dans laquelle la tête (12) du poinçon supérieur (11) presse la tôle métallique (1) à l'intérieur de l'empreinte (13) de la

matrice inférieure afin de former une ondulation (2), ledit déplacement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage entraînant un pliage de la tôle métallique de telle sorte que la tôle métallique transmet une force de traction selon la direction x aux éléments de matrice (14, 15) et aux serre-flancs (17, 18) et déplace ainsi les éléments de matrice (14, 15) et les serre-flancs (17, 18) vers leur position rapprochée.

17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel la tôle métallique à plier comporte une ondulation préformée (3) et le premier et le second éléments de matrice (14, 15) comportent chacun une rainure (28) en forme de V; et dans lequel lors du positionnement de la tôle métallique (1) en appui contre les surfaces d'appui (16) du premier et du second éléments de matrice (14, 15), l'ondulation préformée est engagée à l'intérieur des rainures (28).

18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel le dispositif de pliage comporte deux couteaux (30, 31), destinés à la déformation de l'ondulation préformée (3), de part et d'autre du croisement entre l'ondulation préformée (3) et l'ondulation à former (2), les deux couteaux (30, 31) étant disposés de part et d'autre de la zone d'intersection entre l'empreinte (13) et les rainures (28) des premier et second éléments de matrice (14, 15); lesdits couteaux (30, 31) étant montés coulissants sur le bâti inférieur (9) selon la direction x entre une position écartée et une position rapprochée et étant rappelés vers leur position écartée par un troisième organe de rappel (36), lesdits couteaux (30, 31) étant en outre montés mobiles verticalement par rapport au bâti inférieur (9) entre une position basse de repos et une position haute de pliage dans laquelle ils sont aptes à déformer l'ondulation préformée (3), le dispositif comportant en outre un mécanisme d'actionnement des couteaux qui est agencé pour déplacer les couteaux (30, 31) vers leur position haute de pliage lors du déplacement du poinçon (11) vers sa position de pliage; et dans lequel:

- le déplacement du poinçon supérieur (11) vers sa position de pliage entraîne, d'une part un déplacement des couteaux (30, 31) vers leur position haute de pliage, et, d'autre part, un pliage de la tôle métallique de telle sorte que la tôle métallique transmet une force de traction selon la direction x aux couteaux (30, 31) et déplace ainsi les couteaux (30, 31) vers leur position rapprochée.

## Patentansprüche

1. Faltvorrichtung zur Herstellung einer Wellung (2) in einem Metallblech (1), für die Herstellung einer dichten Membran eines Flüssigkeitsspeichergefäßes, wobei die Faltvorrichtung umfasst:

- einen unteren Gehäuseteil (9);
- eine untere Matrize umfassend ein erstes und ein zweites Matrizenelement (14, 15), welche jeweils eine Auflagefläche (16) für das Metallblech (1) und einen konkaven halben Hohlraum aufweisen, wobei die ersten und zweiten Matrizenelemente (14, 15) jeweils verschiebbar in Richtung x auf dem unteren Gehäuseteil angebracht sind, so dass sie zwischen einer entfernten Stellung und einer angenäherten Stellung verschiebbar sind, wobei die halben Hohlräume des ersten und des zweiten Matrizenelementes (14, 15) zusammen einen Hohlraum (13) bilden, welcher der Form der zu bildenden Wellung entspricht, wenn die ersten und zweiten Matrizenelemente (14, 15) in ihrer angenäherten Stellung sind, wobei die ersten und zweiten Matrizenelemente (14, 15) durch ein erstes Rückstellmittel (27) in ihre entfernte Stellung rückstellbar sind;
- einen oberen Stempel (11), welcher oberhalb der unteren Matrize angeordnet ist und einen unteren Endabschnitt umfasst, welcher mit einem Kopf (12) ausgestattet ist, welcher die Komplementärform zum Hohlraum (13) aufweist, wobei der obere Stempel im Verhältnis zum unteren Gehäuseteil vertikal zwischen einer Ruhestellung und einer Faltstellung, in der der Kopf (12) des oberen Stempel im Inneren des Hohlraumes (13) der unteren Matrize eingeführt ist, so dass er das Metallblech presst, beweglich ist, und
- ein erster und ein zweiter Niederhalter (17, 18), die sich beidseitig vom oberen Stempel (11) über die untere Matrize jeweils gegenüber dem ersten und zweiten Matrizenelement erstrecken, wobei der erste und zweite Niederhalter (17, 18) verschiebbar in Richtung x zwischen einer angenäherten und einer entfernten Stellung angebracht sind und durch ein zweites Rückstellmittel in ihre entfernte Stellung rückstellbar sind; wobei der erste und zweite Niederhalter (17, 18) im Verhältnis zum unteren Gehäuseteil (9) vertikal zwischen einer entspannten Stellung und einer Pressstellung, in der der erste und die zweite Niederhalter (17, 18) jeweils der Auflagefläche (16) des ersten Matrizenelementes (14) und des zweiten Matrizenelementes (15) angenähert sind, so dass das Metallblech (1) gegen die Auflagefläche des ersten und zweiten Matrizenelementes (14, 15) ge-

- presst ist, beweglich sind, so dass während des Betriebes, wenn das Metallblech zwischen den Niederhaltern (17, 18) und den Matrizen-  
elementen (14, 15) gepresst ist, die Verschiebung des  
oberen Stempels (1) aus seiner Ruhestellung in  
seine Faltstellung eine Faltung des Metallble-  
ches (1) herbeiführt, wobei das Metallblech (1)  
eine Zugkraft in Richtung x auf die Matrizen-  
elemente (14, 15) und die Niederhalter (17, 18)  
überträgt und so die Matrizen-  
elemente (14, 15) und die Niederhalter (17, 18) in ihre angenäherte  
Stellung bewegt.
2. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 1 zur Herstellung  
einer Wellung (2) in einem Metallblech (1), umfas-  
send eine vorgeformte Wellung (3), welche sich in  
eine zur bildenden Wellung (2) senkrechten Rich-  
tung erstreckt, wobei ein jedes der ersten und zwei-  
ten Matrizen-  
elemente (14, 15) eine Nut (28) in Form  
eines V zur Aufnahme der vorgeformten Wellung (3)  
umfassen.
  3. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei die Nie-  
derhalter (17, 18) jeweils ein männliches Element  
(29) umfassen, welches in Richtung des unteren Ge-  
häuseteiles vorsteht und eine V-Form aufweist, wel-  
che dazu geeignet ist, sich in die gegenüberliegende  
Nut (28) des Matrizen-  
elementes (14, 15) einzufügen, sofern die Niederhalter (17, 18) in ihrer ange-  
zogenen Stellung sind.
  4. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei der  
Kopf (12) des Stempels (11) einen in Richtung des  
unteren Gehäuseteiles (9) hervorstehenden Zapfen  
(38) umfasst, welcher gegenüberliegend zur Schnitt-  
stelle zwischen dem Hohlraum (13) und der Nut (28)  
der ersten und zweiten Matrizen-  
elemente (14, 15) angeordnet ist.
  5. Faltvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis  
4, umfassend zwei Messer (30, 31), welche zur Ver-  
formung der vorgeformten Wellung beidseitig des  
Schnittpunktes zwischen der vorgeformten Wellung  
(3) und der zu formenden Wellung (2) bestimmt sind,  
wobei die zwei Messer (31, 30) beidseitig zur Schnitt-  
stelle zwischen dem Hohlraum (13) und der Nut (28)  
der ersten und zweiten Matrizen-  
elemente (14, 15) angeordnet sind, wobei die Messer (30, 31) auf dem  
unteren Gehäuseteil (9) verschiebbar in Richtung x  
zwischen einer entfernten Stellung und einer ange-  
nähten Stellung angeordnet sind und in ihre ent-  
fernte Stellung durch ein drittes Rückstellmittel (36)  
zurückgestellt sind; wobei die Messer (30, 31) wei-  
terhin vertikal beweglich im Verhältnis zum unteren  
Gehäuseteil (9) zwischen einer unteren Ruhestel-  
lung und einer oberen Faltstellung, in welcher sie  
dazu geeignet sind, die vorgeformte Wellung (3) zu  
verformen, angebracht sind, wobei die Vorrichtung
- weiterhin einen Antriebsmechanismus umfasst, wel-  
cher ausgebildet ist, die Messer (30, 31) während  
der Verschiebung des Stempels (11) in seine Falt-  
stellung in ihre obere Faltstellung zu verschieben.
6. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei der An-  
triebsmechanismus für die Messer einen bewegli-  
chen Messerträger (35) umfasst, welcher vertikal be-  
weglich auf dem unteren Gehäuseteil (9) und zwei  
Hebelarmen, welche schwenkbar auf dem unteren  
Gehäuseteil angebracht sind, angeordnet ist, wobei  
die Hebelarme jeweils umfassen:
    - einen ersten, mit einer Stützfläche ausgestat-  
teten Endabschnitt, welcher sich in das Innere  
des Hohlraumes der unteren Matrize erstreckt  
und dazu geeignet ist, während des Betriebes  
mit einem Teil des zur Herstellung der Wellung  
zu faltenden Metallbleches (1) zusammenzuwir-  
ken, so dass der Hebelarm (39) schwenkt, wenn  
der obere Stempel (11) sich in seine Faltstellung  
bewegt; und
    - einen zweiten Endabschnitt, welcher mit dem  
beweglichen Messerträger (35) zusammen-  
wirkt, so dass der bewegliche Messerträger sich  
nach oben verschiebt, wenn aufgrund der Ver-  
schiebung des oberen Stempels (11) in seine  
Faltstellung der Hebelarm schwenkt.
  7. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Mes-  
ser (30, 31) jeweils durch ein Untergestell (33), wel-  
ches beweglich auf jeweiligen Führungsschienen  
montiert ist, gestützt ist, wobei die Führungsschie-  
nen (34) durch den beweglichen Messerträger ge-  
stützt sind.
  8. Faltvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis  
7, umfassend eine obere Druckvorrichtung (10), wel-  
che vertikal beweglich im Verhältnis zum unteren  
Gehäuseteil angeordnet ist; wobei der obere Stem-  
pel (11) von der oberen Druckvorrichtung (10) ge-  
tragen wird; wobei die ersten und zweiten Nieder-  
halter (17, 18) jeweils vertikal beweglich auf einer  
ersten und zweiten Trägerplatte angeordnet sind;  
wobei die erste und zweite Trägerplatte (19, 20) be-  
weglich in die Richtung x auf der oberen Druckvor-  
richtung (10) zur Ermöglichung der Bewegung der  
Niederhalter (17, 18) zwischen ihrer angenäherten  
Stellung und ihrer entfernten Stellung angeordnet  
sind; wobei jeder Niederhalter (17, 18) weiterhin von  
seiner jeweiligen Trägerplatte durch ein Rückstell-  
mittel (22) beabstandet ist.
  9. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei die Rück-  
stellmittel eine Rückstellkraft zwischen den Nieder-  
haltern (17, 18) ausübt und wobei die jeweiligen Trä-  
gerplatten (19, 20) Federn, Gasdruckfedern, Hy-  
draulikzylinder oder Pneumatikzylinder sind.

10. Faltvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die untere Matrize eine Verstärkung (45) aufweist, welche sich in einer zur formenden Wellung (2) senkrechten Richtung erstreckt, wobei die Verstärkung (45) sich entlang einer Kante der Auflagefläche (16) und der Kante der halben Hohlräume von einem jedem der ersten und zweiten Matrizen-  
elemente (14, 15) erstreckt und wobei der obere Stempel (11) und der erste und der zweite Niederhalter (17, 18) jeweils einen Rand mit einem erhöhten Bereich (46) aufweisen, welcher über der Verstärkung (45) angeordnet ist und eine komplementäre Form zur Verstärkung hat und dazu bestimmt ist, sich während der Verschiebung des oberen Stempels (11) in seine Faltstellung und der Verschiebung der Niederhalter (17, 18) in ihre Pressstellung in die Verstärkung einzufügen, um so eine Joggelung entlang der Kante des Metallbleches (1) senkrecht zur zu bildenden Wellung (2) zu erzeugen.
11. Faltvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die untere Matrize eine Verstärkung (47) aufweist, welche sich in paralleler Richtung zur bildenden Wellung (2) erstreckt, wobei die Verstärkung (47) sich entlang einer Kante der Auflagefläche (16) eines der ersten und zweiten Matrizenelementes (14, 15) erstreckt und wobei einer der ersten und zweiten Niederhalter (17, 18) einen erhöhten Bereich aufweist, welcher über der Verstärkung (47) angeordnet ist und dazu bestimmt ist, sich während der Verschiebung der Niederhalter (17, 18) in ihre Pressstellung in die Verstärkung (47) einzufügen, um so eine Joggelung entlang der Kante des Metallbleches (1) parallel zur zu bildenden Wellung (2) zu erzeugen.
12. Faltvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend weiterhin Hilfsmittel für die Verschiebung der ersten und zweiten Matrizenelemente (14, 15) und der ersten und zweiten Niederhalter (17, 18) in ihre angenäherte Stellung.
13. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 12, wobei die Hilfsmittel zwei Zylinder (54, 55) umfassen, welche jeweils mit dem einen oder anderen der ersten und zweiten Matrizenelemente (14, 15) oder mit dem einen oder anderen der ersten und zweiten Niederhalter (17, 18) zusammenwirken und angeordnet sind, um die Verschiebung der Matrizenelemente (14, 15) und der Niederhalter (17, 18) in ihre angenäherte Stellung während der Verschiebung des oberen Stempels (11) aus seiner Ruhestellung in seine Faltstellung zu unterstützen.
14. Faltvorrichtung gemäß Anspruch 12, wobei die Hilfsmittel einen ersten und zweiten Nockenfolger (52, 53), jeweils getragen von dem einen und dem anderen ersten und zweiten Matrizenelement (14, 15) und jeweils dazu geeignet, mit einer ersten und zweiten Nockenfläche (50, 51), welche fest mit dem oberen Stempel verbunden sind, zusammenzuwirken, umfassen; wobei der erste und zweite Nockenfolger (52, 53) und die erste und zweite Nockenfläche (50, 51) so angeordnet sind, dass während der Verschiebung des oberen Stempels (11) aus seiner Ruhestellung in seine Faltstellung der erste und zweite Nockenfolger jeweils mit der ersten und zweiten Nockenfläche zusammenwirken, um die Verschiebung der Matrizenelemente und der Niederhalter in ihre angenäherte Stellung zu unterstützen.
15. Falteinrichtung umfassend eine Vielzahl von Faltvorrichtungen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14.
16. Verfahren zu Verwendung einer Faltvorrichtung zur Herstellung einer Wellung (2) in einem Metallblech (1), welches dazu bestimmt ist, eine dichte Membran eines Flüssigkeitsspeichergefäßes herzustellen, wobei die Faltvorrichtung umfasst:
- einen unteren Gehäuseteil (9);
  - eine untere Matrize umfassend ein erstes und ein zweites Matrizenelement (14, 15), welche jeweils eine Auflagefläche (16) für das Metallblech (1) und einen konkaven halben Hohlraum aufweisen, wobei die ersten und zweiten Matrizenelemente (14, 15) jeweils verschiebbar in Richtung x auf dem unteren Gehäuseteil angebracht sind, so dass sie zwischen einer entfernten Stellung und einer angenäherten Stellung verschiebbar sind, wobei die halben Hohlräume des ersten und des zweiten Matrizenelementes (14, 15) zusammen einen Hohlraum (13) bilden, welcher der Form der zu bildenden Wellung entspricht, wenn das erste und das zweite Matrizenelement (14, 15) in ihrer angenäherten Stellung sind, wobei die ersten und zweiten Matrizenelemente (14, 15) durch ein erstes Rückstellmittel (27) in ihrer entfernten Stellung rückstellbar sind;
  - einen oberen Stempel (11), welcher oberhalb der unteren Matrize angeordnet ist und einen unteren Endabschnitt umfasst, welcher mit einem Kopf (12) ausgestattet ist, welcher die Komplementärform zum Hohlraum (13) aufweist, wobei der obere Stempel im Verhältnis zum unteren Gehäuseteil vertikal zwischen einer Ruhestellung und einer Faltstellung, in der der Kopf (12) des oberen Stempels im Inneren des Hohlraumes (13) der unteren Matrize eingeführt ist, so dass er das Metallblech presst, beweglich ist, und
  - einen ersten und ein zweiten Niederhalter (17, 18), die sich beidseitig vom oberen Stempel (11) über die untere Matrize jeweils gegenüber dem ersten und zweiten Matrizenelement erstre-

cken, wobei der erste und zweite Niederhalter (17, 18) verschiebbar in Richtung x zwischen einer angenäherten und einer entfernten Stellung angebracht sind und durch ein zweites Rückstellmittel in ihre entfernte Stellung zurückgestellt sind; wobei der erste und zweite Niederhalter (17, 18) im Verhältnis zum unteren Gehäuseteil (9) vertikal beweglich sind zwischen einer entspannten Stellung und einer Pressstellung, in der der erste und die zweite Niederhalter (17, 18) jeweils der Auflagefläche (16) des ersten Matrizenelements (14) und des zweiten Matrizenelements (15) angenähert sind, so dass das Metallblech (1) gegen die Auflagefläche des ersten und zweiten Matrizenelements (14, 15) gedrückt ist, beweglich sind;

wobei das Verfahren umfasst:

- die Anordnung eines Metallbleches (1) aufliegend auf der Auflagefläche (16) des ersten und zweiten Matrizenelements (14, 15);
- die Verschiebung der ersten und zweiten Niederhalter (17, 18) in ihre Pressstellung, in der die ersten und zweiten Niederhalter (17, 18) das Metallblech (1) jeweils gegen die Auflagefläche des ersten Matrizenelements (14) und des zweiten Matrizenelements (15) pressen;
- die Verschiebung des oberen Stempels (11) in seine Faltstellung, in der der Kopf (12) des oberen Stempels (11) das Metallblech (1) in das Innere des Hohlraumes (13) der Matrize gedrückt wird, um so eine Wellung (2) zu bilden, wobei die Verschiebung des oberen Stempels aus seiner Ruhestellung in seine Faltstellung zu einer Faltung des Metallbleches in der Form führt, dass das Metallblech in Richtung x eine Zugkraft auf die Matrizenelemente (14, 15) und die Niederhalter (17, 18) ausübt und so die Matrizenelemente (14, 15) und die Niederhalter (17, 18) in ihre angenäherte Stellung verschoben werden.

17. Verfahren gemäß Anspruch 16, wobei das zu faltende Metallblech eine vorgeformte Wellung (3) umfasst und das erste und zweite Matrizenelement (14, 15) jeweils eine Nut (28) in V-Form umfassen; und wobei bei Anordnung des Metallbleches (1) aufliegend auf der Auflagefläche (16) des ersten und zweiten Matrizenelements (14, 15) die vorgeformte Wellung in das Innere der Nut (28) eingeführt wird.
18. Verfahren gemäß Anspruch 17, wobei die Faltvorrichtung zwei Messer (30, 31) zur Verformung der vorgeformten Wellung beidseitig des Schnittpunktes zwischen der vorgeformten Wellung (3) und der zu formenden Wellung (2) umfasst, wobei die zwei Messer (31, 30) beidseitig zur Schnittstelle zwischen dem Hohlraum (13) und der Nut (28) der ersten und

zweiten Matrizenelemente (14, 15) angeordnet werden, wobei die Messer (30, 31) auf dem unteren Gehäuseteil (9) verschiebbar in Richtung x zwischen einer entfernten Stellung und einer angenäherten Stellung angeordnet werden und in ihre entfernte Stellung durch ein drittes Rückstellmittel (36) zurückgestellt werden;

wobei die Messer (30, 31) weiterhin vertikal beweglich im Verhältnis zum unteren Gehäuseteil (9) zwischen einer unteren Ruhestellung und einer oberen Faltstellung, in welcher sie dazu geeignet sind, die vorgeformte Wellung (3) zu verformen, angebracht werden, wobei die Vorrichtung weiterhin eine Antriebsmechanismus umfasst, welcher ausgebildet ist, die Messer (30, 31) während der Verschiebung des Stempels (11) in seine Faltstellung in ihrer oberen Faltstellung zu verschieben; und wobei

- die Verschiebung des oberen Stempels (11) in seine Faltstellung zum einen zu einer Verschiebung der Messer (30, 31) in ihre obere Faltstellung und zum anderen zu einer Faltung des Metallbleches derart, dass das Metallblech eine Zugkraft in Richtung x auf die Messer (30, 31) ausübt und so die Messer (30, 31) in ihre angenäherte Position verschiebt, führt.

#### Claims

1. A bending device for forming a corrugation (2) in a metal sheet (1) intended for the construction of an airtight membrane of a fluid storage tank, the bending device comprising:

- a lower frame (9);
- a lower die having a first and a second die element (14, 15), each having a bearing surface (16) for the metal sheet (1) and a concave half-impression, the first and second die elements (14, 15) each being mounted so as to slide on the lower frame (9) in a direction x, so as to be able to slide between a far position and a near position, the half-impressions of the first and second die elements (14, 15) together defining an impression (13) corresponding to the shape of the corrugation being formed when the first and second die elements (14, 15) are in their near position, said first and second die elements (14, 15) being returned to their far position by a first return unit (27);
- an upper punch (11), arranged above the lower die, comprising a lower end provided with a head (12) having a shape complementary to that of the impression (13), said upper punch being able to move vertically with respect to the lower frame (9) between a position of rest and a bending position in which the head (12) of said upper

punch (11) is engaged inside the impression (13) of the lower die so as to press on the metal sheet (1); and

- a first and a second side clamp (17, 18), extending on either side of the upper punch (11), above the lower die, respectively facing the first and the second die elements (14, 15), said first and second side clamps (17, 18) being mounted able to slide in the direction x between a near position and a far position and being returned to their far position by a second return unit; the first and the second side clamps (17, 18) being able to move vertically with respect to the lower frame (9) between a released position and a clamping position in which the first and the second side clamps (17, 18) are respectively brought near the bearing surface (16) of the first die element (14) and that of the second die element (15) so as to clamp the metal sheet (1) against the bearing surface of the first and the second die elements (14, 15) so that, during operation, when the metal sheet (1) is clamped between the side clamps (17, 18) and the die elements (14, 15), the displacement of the upper punch (11) from its position of rest toward its bending position causes a bending of the metal sheet (1), during which the metal sheet (1) transmits a traction force in the direction x to the die elements (14, 15) and to the side clamps (17, 18) and thus displaces the die elements (14, 15) and the side clamps (17, 18) into their near position.

2. The bending device as claimed in claim 1, for forming a corrugation (2) in a metal sheet (1) having a preformed corrugation (3) extending in a direction perpendicular to the corrugation (2) being formed; wherein the first and the second die elements (14, 15) each comprise a V-shaped groove (28) designed to receive said preformed corrugation (3).
3. The bending device as claimed in claim 2, wherein the side clamps (17, 18) each comprise a male element (29), projecting in the direction of the lower frame (9), having a V shape which is able to be introduced into the groove (28) of the die element (14, 15) facing it when the side clamps (17, 18) are in their clamping position.
4. The bending device as claimed in claim 2 or 3, wherein the head (12) of the punch (11) comprises a finger (38) projecting from the head in the direction of the lower frame (9) and disposed facing the zone of intersection between the impression (13) and the grooves (28) of the first and second die elements (14, 15).
5. The bending device as claimed in any one of claims 2 to 4, comprising two knives (30, 31), designed for

the deformation of the preformed corrugation (3), on either side of the junction between the preformed corrugation (3) and the corrugation being formed (2), the two knives (30, 31) being disposed on either side of the zone of intersection between the impression (13) and the grooves (28) of the first and second die elements (14, 15); said knives (30, 31) being mounted so as to slide on the lower frame (9) in the direction x between a far position and a near position and being returned to their far position by a third return unit (36), said knives (30, 31) being furthermore mounted able to move vertically in relation to the lower frame (9) between a low position of rest and a high bending position in which they are able to deform the preformed corrugation (3), the device furthermore comprising a driving mechanism of the knives, which is arranged to move the knives (30, 31) into their high bending position during the displacement of the punch (11) into its bending position.

6. The bending device as claimed in claim 5, wherein the driving mechanism of the knives comprises a movable support unit of the knives (35), able to move vertically on the lower frame (9), and two levers (39) which are each hinged to the lower frame (9); the levers (39) each comprising:

- a first end provided with a bearing surface, extending inside the impression (13) of the lower die and able to cooperate, during operation, with a portion of the metal sheet (1) intended to be bent to form the corrugation (2), such that the lever (39) pivots when the upper punch (11) moves into its bending position; and
- a second end cooperating with the movable support unit of the knives (35) so that the movable support unit of the knives is moved upward when the lever (39) pivots by virtue of a movement of the upper punch (11) into its bending position.

7. The bending device as claimed in claim 6, wherein the knives (30, 31) are each borne by a carriage (33) able to slide on a respective guide rail (34) and said guide rails (34) are borne by the movable support unit of the knives (35).
8. The bending device as claimed in any one of claims 1 to 7, comprising an upper plunger (10), able to move vertically with respect to the lower frame (9); the upper punch (11) being borne by the upper plunger (10); the first and second side clamps (17, 18) being able to slide vertically on respectively a first and a second support plate (19, 20); said first and second support plates (19, 20) being able to slide in the direction x on the upper plunger (10) so as to allow the movement of the side clamps (17, 18) between their near position and their far position; each

side clamp (17, 18) being furthermore moved back from its respective support plate by return units (22).

9. The bending device as claimed in claim 8, wherein the return units exerting a return force between each side clamp (17, 18) and its respective support plate (19, 20) are springs, gas jacks, hydraulic jacks, or pneumatic jacks. 5
10. The bending device as claimed in any one of claims 1 to 9, wherein the lower die has a recess (45) extending in a direction perpendicular to the corrugation (2) being formed, the recess (45) extending along one edge of the bearing surface (16) and one edge of the half-impression of each of the first and second die elements (14, 15) and wherein the upper punch (11), the first and the second side clamps (17, 18) each have an edge provided with a projecting portion (46), disposed above said recess (45), complementary in shape to said recess (47) and designed to engage in said recess (45) during the movement of the upper punch (11) into its bending position and of the side clamps (17, 18) into their clamping position so as to form a joggling along one edge of the metal sheet (1) perpendicular to the corrugation (2) being formed. 10 15 20 25
11. The bending device as claimed in any one of claims 1 to 10, wherein the lower die has a recess (47) extending in a direction parallel to the corrugation (2) being formed, the recess (47) extending along one edge of the bearing surface (16) of one of the first and second die elements (14, 15) and wherein one of the first and second side clamps (17, 18) has a projecting portion (48), disposed above said recess (47), complementary in shape to said recess (47) and designed to engage in said recess (47) during the movement of the side clamps (17, 18) into their clamping position so as to form a joggling along one edge of the metal sheet (1) parallel to the corrugation (2) being formed. 30 35 40
12. The bending device as claimed in any one of claims 1 to 11, moreover comprising means of assisting the movement of the first and second die elements (14, 15) and the first and second side clamps (17, 18) into their near position. 45
13. The bending device as claimed in claim 12, wherein the means of assistance comprise two jacks (54, 55) cooperating respectively with one and the other of the first and second die elements (14, 15) or with the one and the other of the first and second side clamps (17, 18) and being designed to assist the movement of the die elements (14, 15) and the side clamps (17, 18) into their near position during the movement of the upper punch (11) from its position of rest into its bending position. 50 55

14. The bending device as claimed in claim 12, wherein the means of assistance comprise a first and a second cam follower (52, 53) borne respectively by the one and the other of the first and second die elements (14, 15) and respectively able to cooperate with a first and a second cam surface (50, 51) integrated with the upper punch (11); the first and the second cam followers (52, 53) and the first and the second cam surfaces (50, 51) being arranged so that during the movement of the upper punch (11) from its position of rest into its bending position the first and the second cam followers cooperate respectively with the first and the second cam surfaces to assist the movement of the die elements and the side clamps into their near position.

15. A bending layout comprising a plurality of bending devices as claimed in any one of claims 1 to 14.

16. A method of using a bending device to form a corrugation (2) in a metal sheet (1) intended for the construction of an airtight membrane of a fluid storage tank, the bending device comprising:

- a lower frame (9);
- a lower die having a first and a second die element (14, 15), each having a bearing surface (16) for the metal sheet (1) and a concave half-impression, the first and second die elements (14, 15) each being mounted so as to slide on the lower frame (9) in a direction x, so as to be able to slide between a far position and a near position, the half-impressions of the first and second die elements (14, 15) together defining an impression (13) corresponding to the shape of the corrugation being formed when the first and second die elements (14, 15) are in their near position, said first and second die elements (14, 15) being returned to their far position by a first return unit (27);
- an upper punch (11), arranged above the lower die, comprising a lower end provided with a head (12) having a shape complementary to that of the impression (13), said upper punch being able to move vertically with respect to the lower frame (9) between a position of rest and a bending position in which the head (12) of said upper punch (11) is engaged inside the impression (13) of the lower die so as to press on the metal sheet (1); and
- a first and a second side clamp (17, 18), extending on either side of the upper punch (11), above the lower die, respectively facing the first and the second die elements (14, 15), said first and second side clamps (17, 18) being mounted able to slide in the direction x between a near position and a far position and being returned to their far position by a second return unit; the first

and the second side clamps (17, 18) being able to move vertically with respect to the lower frame (9) between a released position and a clamping position in which the first and the second side clamps (17, 18) are respectively brought near the bearing surface (16) of the first die element (14) and that of the second die element (15) so as to clamp the metal sheet (1) against the bearing surface of the first and the second die elements (14, 15);

said method involving:

- the positioning of a metal sheet (1) to bear against the bearing surfaces (16) of the first and second die elements (14, 15);
- the movement of the first and second side clamps (17, 18) into their clamping position in which the first and the second side clamps (17, 18) force the metal sheet (1) respectively against the bearing surface of the first die element (14) and the second die element (15);
- the movement of the upper punch (11) into its bending position in which the head (12) of the upper punch (11) presses the metal sheet (1) inside the impression (13) of the lower die so as to form a corrugation (2), said movement of the upper punch from its position of rest into its bending position resulting in a bending of the metal sheet such that the metal sheet transmits a traction force in the direction x to the die elements (14, 15) and to the side clamps (17, 18) and thus moves the die elements (14, 15) and the side clamps (17, 18) into their near position.

**17.** Method as claimed in claim 16, wherein the metal sheet being bent has a preformed corrugation (3) and the first and the second die elements (14, 15) each comprise a V-shaped groove (28); and wherein during the positioning of the metal sheet (1) against the bearing surfaces (16) of the first and second die elements (14, 15), the preformed corrugation is engaged inside the grooves (28).

**18.** Method as claimed in claim 17, wherein the bending device comprises two knives (30, 31), designed for the deformation of the preformed corrugation (3), on either side of the junction between the preformed corrugation (3) and the corrugation being formed (2), the two knives (30, 31) being disposed on either side of the zone of intersection between the impression (13) and the grooves (28) of the first and second die elements (14, 15); said knives (30, 31) being mounted so as to slide on the lower frame (9) in the direction x between a far position and a near position and being returned to their far position by a third return unit (36), said knives (30, 31) being furthermore mounted able to move vertically in relation to the lower frame

(9) between a low position of rest and a high bending position in which they are able to deform the preformed corrugation (3), the device furthermore comprising a driving mechanism of the knives, which is arranged to move the knives (30, 31) into their high bending position during the displacement of the punch (11) into its bending position; and wherein:

- the displacement of the upper punch (11) into its bending position produces, on the one hand, a displacement of the knives (30, 31) into their high bending position and, on the other hand, a bending of the metal sheet such that the metal sheet transmits a traction force in the direction x to the knives (30, 31) and thus moves the knives (30, 31) into their near position.

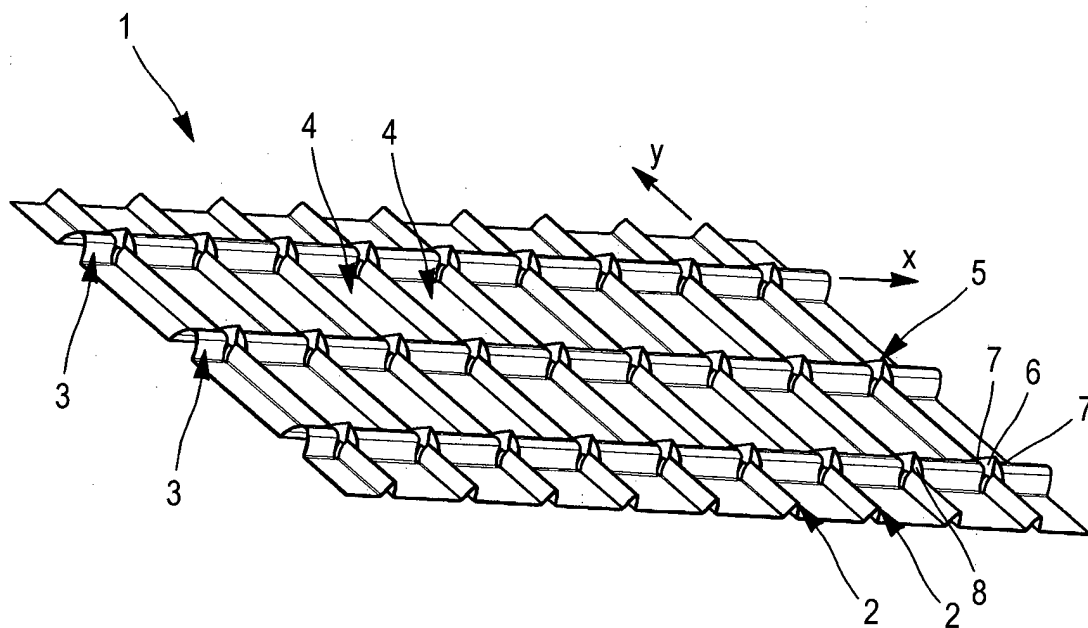


FIG. 1

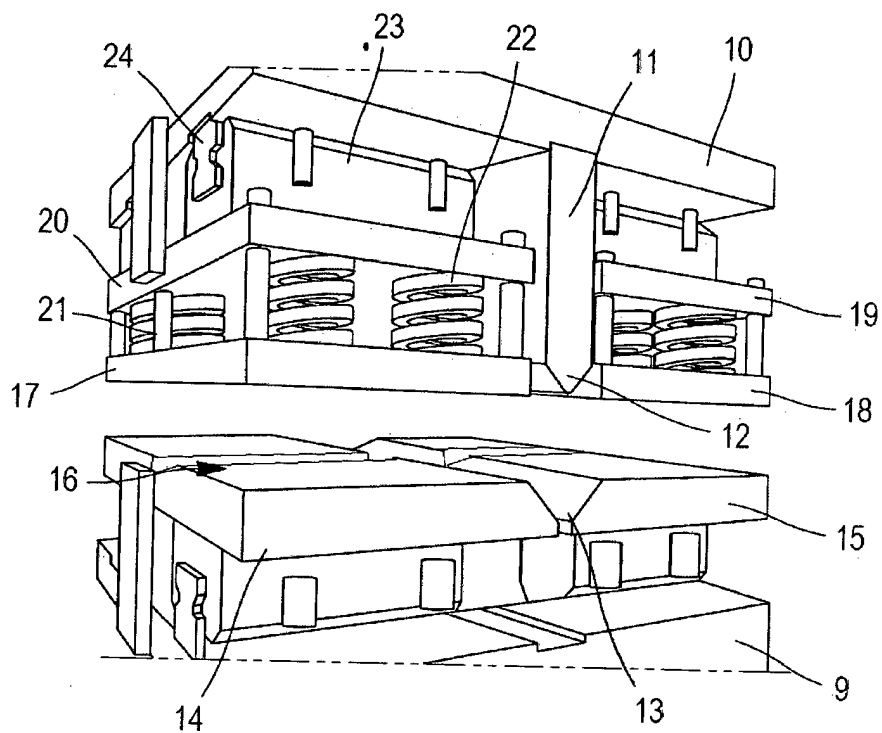
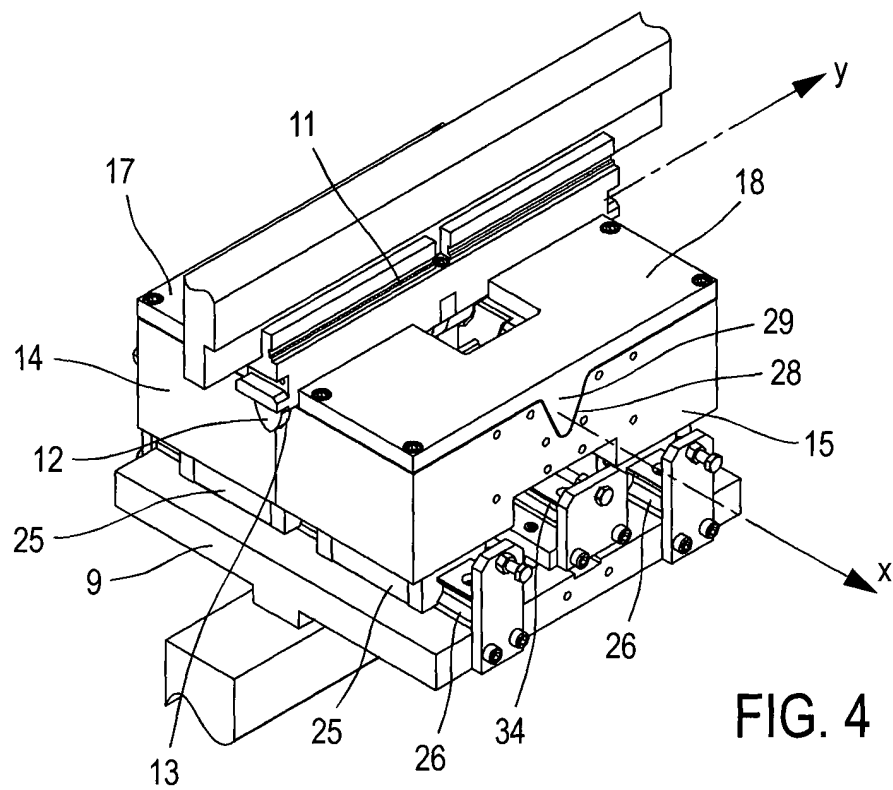
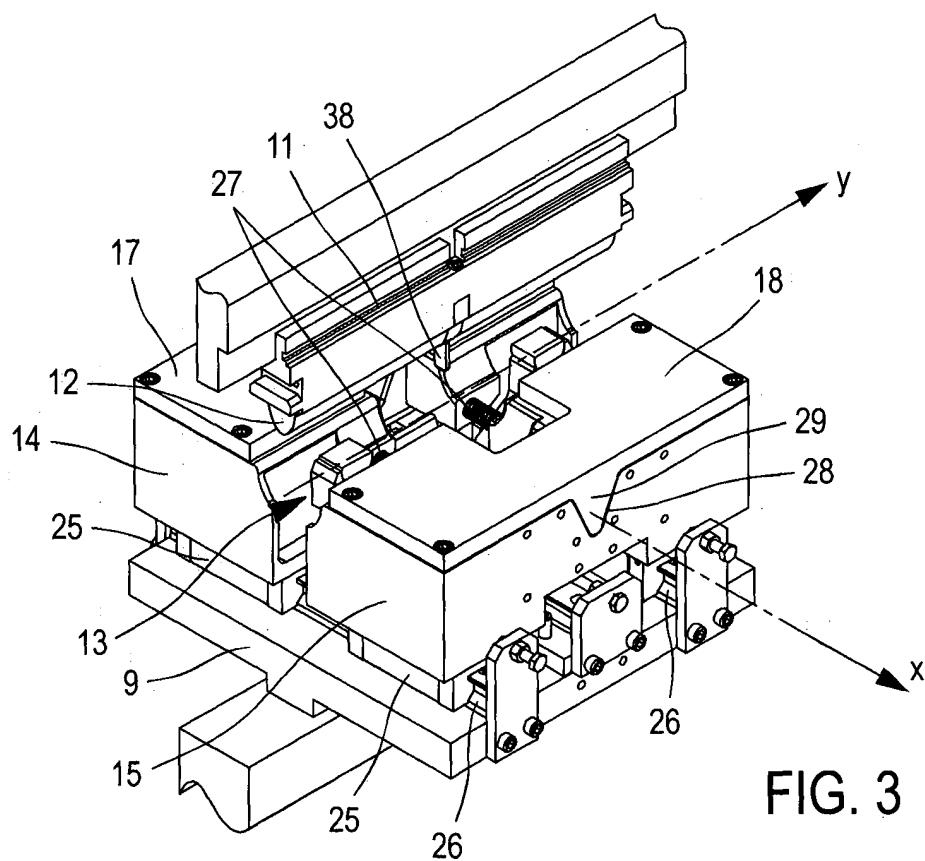
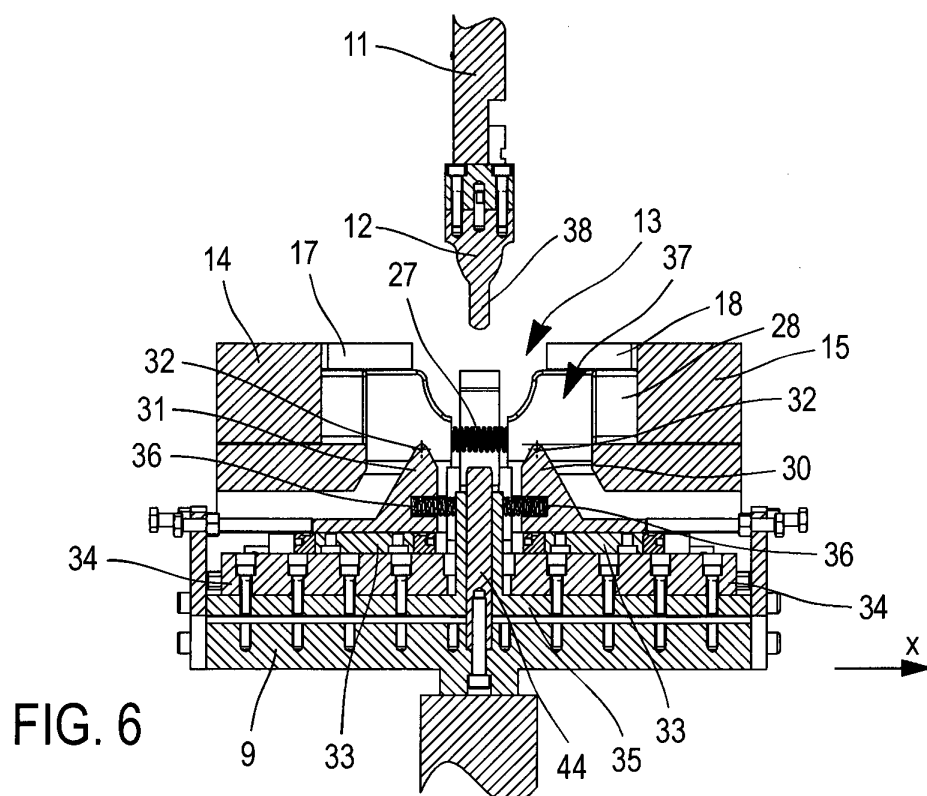
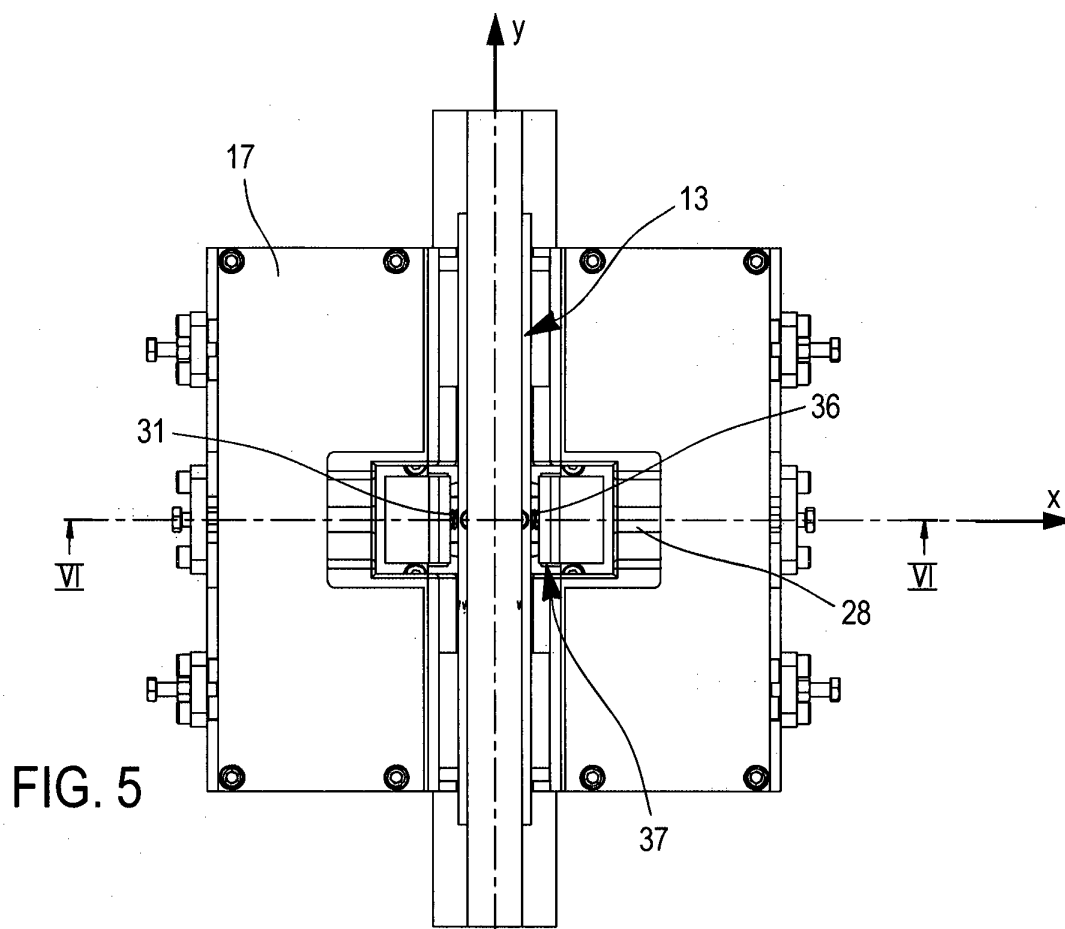
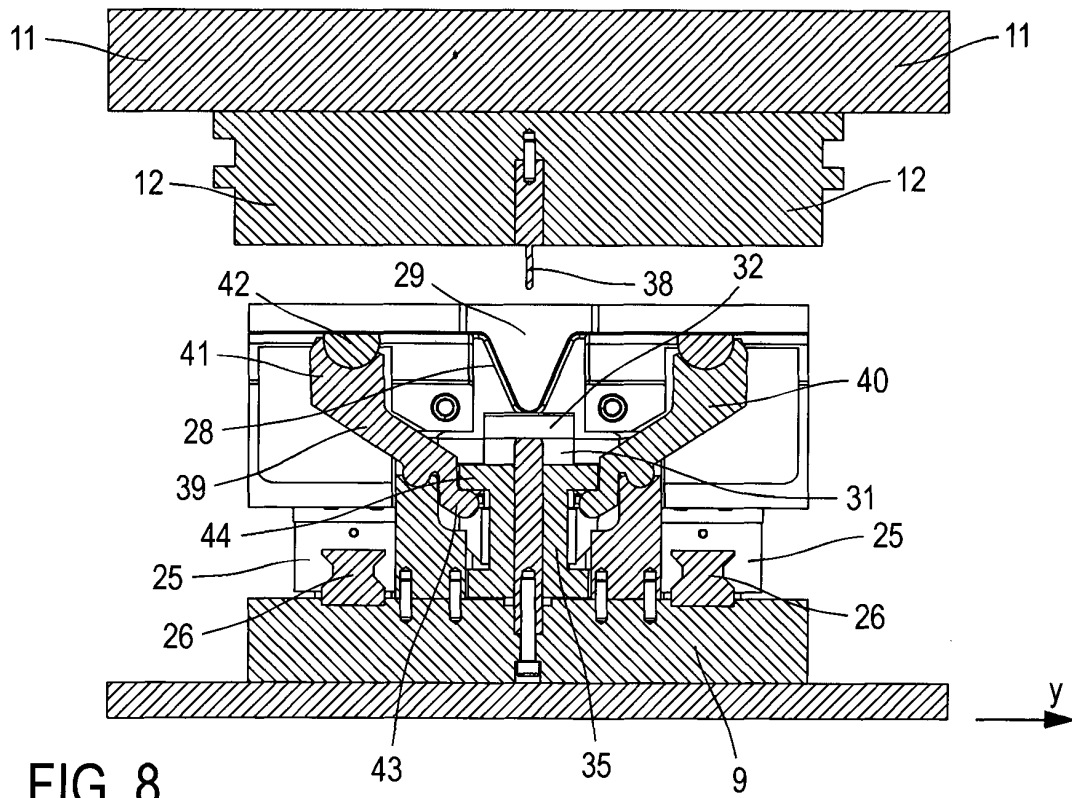
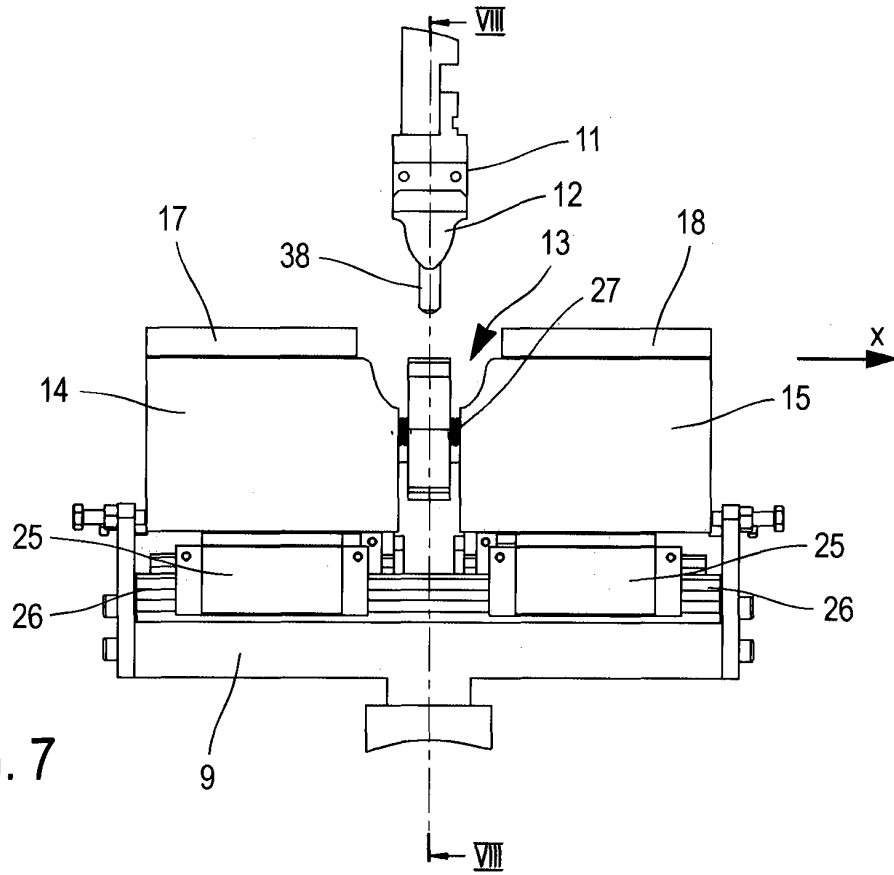


FIG. 2







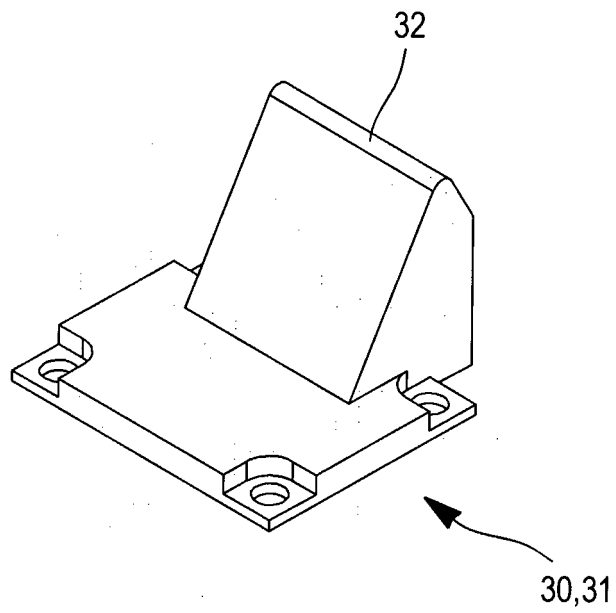


FIG. 9

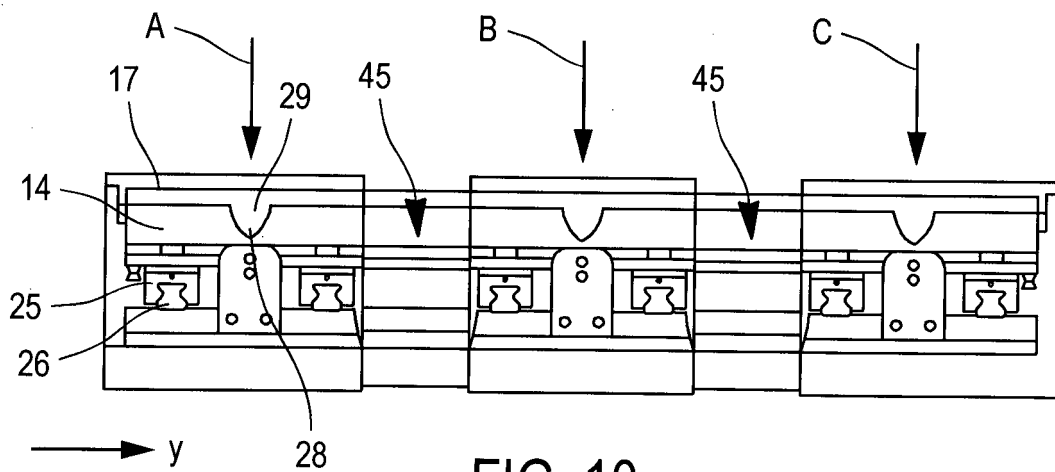


FIG. 10

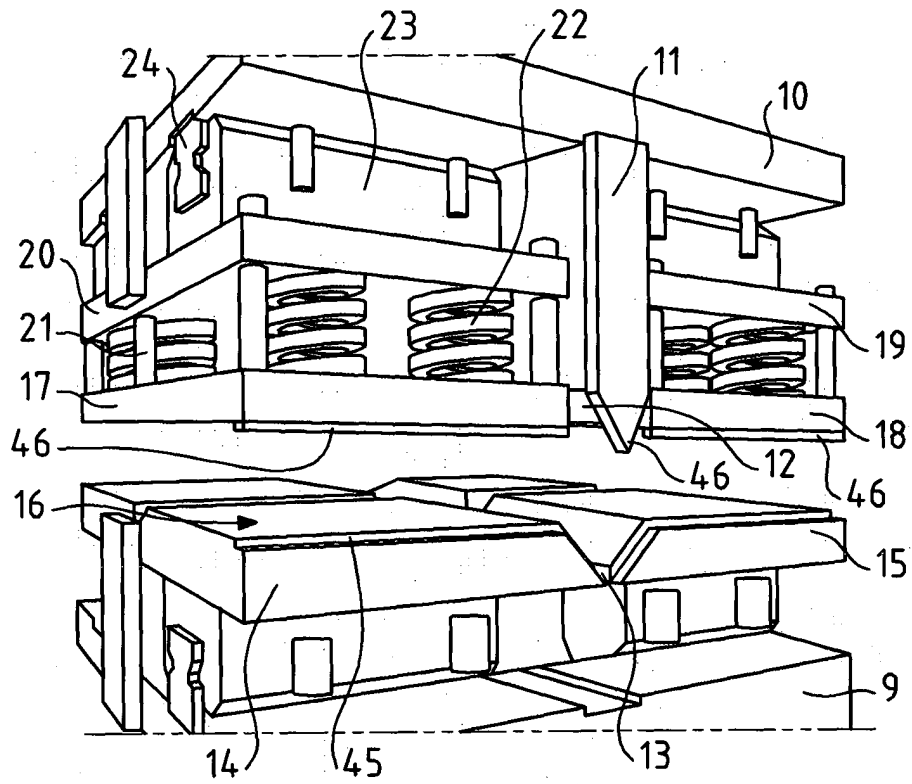


FIG. 11

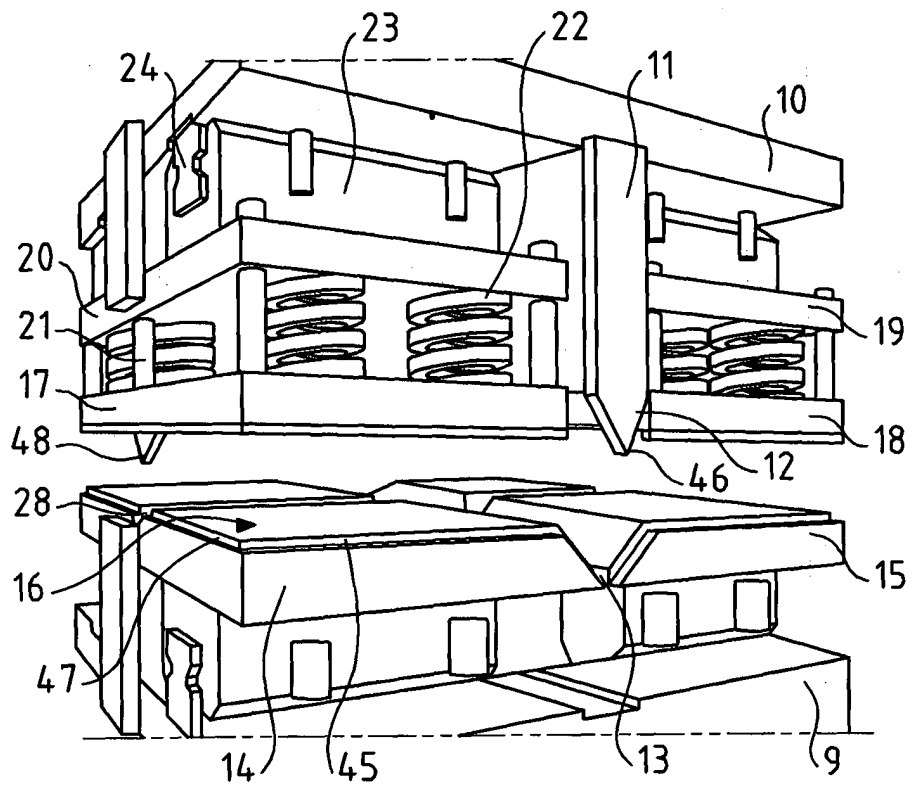


FIG. 12

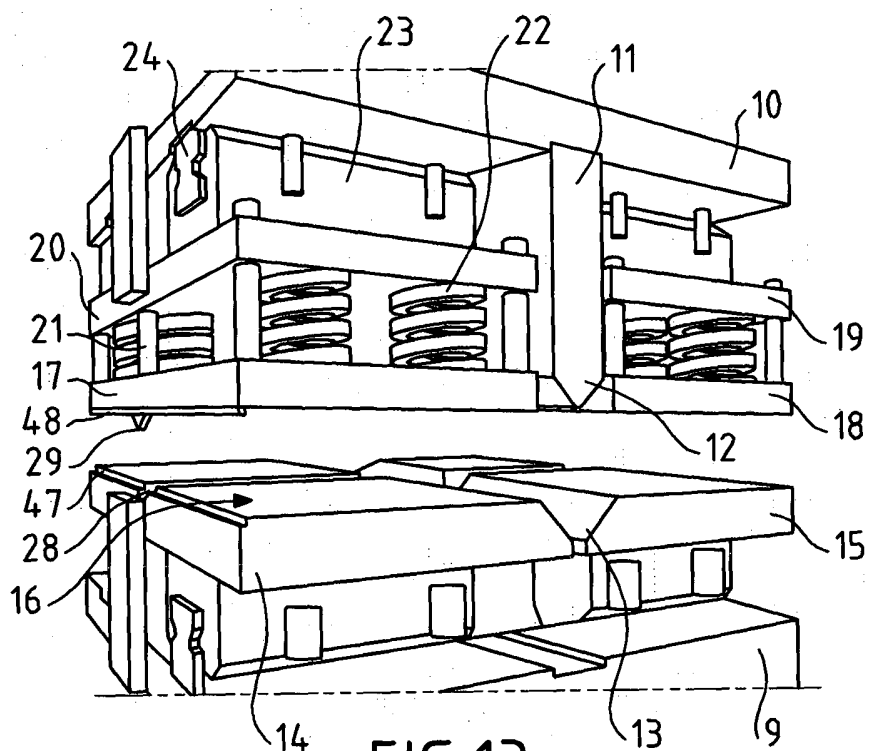


FIG. 13

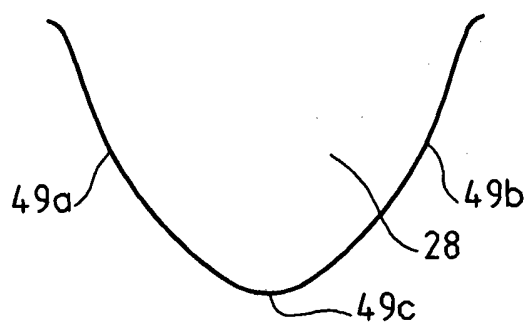


FIG. 14

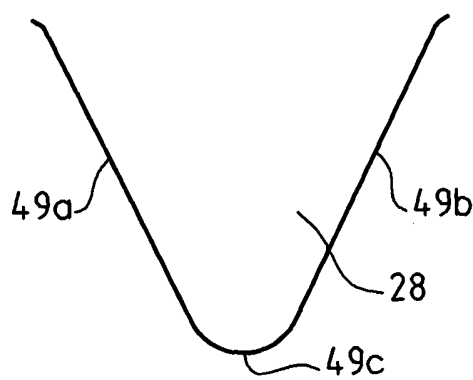


FIG. 15

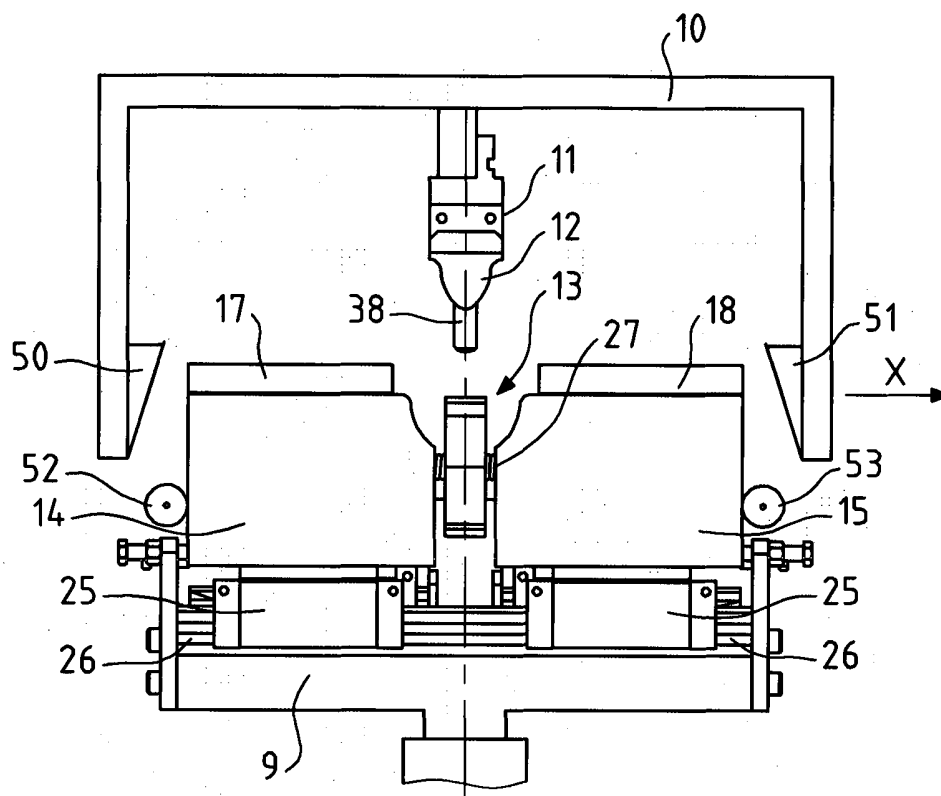


FIG. 16

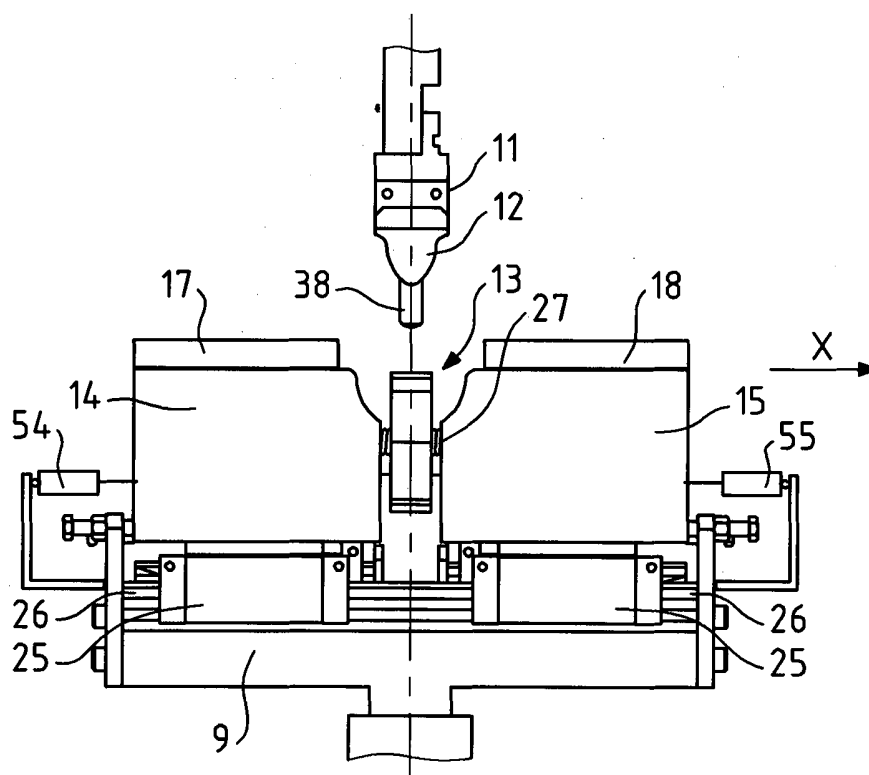


FIG. 17

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 2861030 [0004]
- KR 1020080090107 [0005]