

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international

(43) Date de la publication internationale  
28 juin 2018 (28.06.2018)



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2018/115656 A1**

(51) Classification internationale des brevets :

*B21D 5/02* (2006.01) *B21D 51/24* (2006.01)  
*B21D 13/02* (2006.01) *F17C 1/12* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2017/053606

(22) Date de dépôt international :

15 décembre 2017 (15.12.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1663353 23 décembre 2016 (23.12.2016) FR

(71) Déposant : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ  
[FR/FR] ; 1 route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES  
CHEVREUSE (FR).

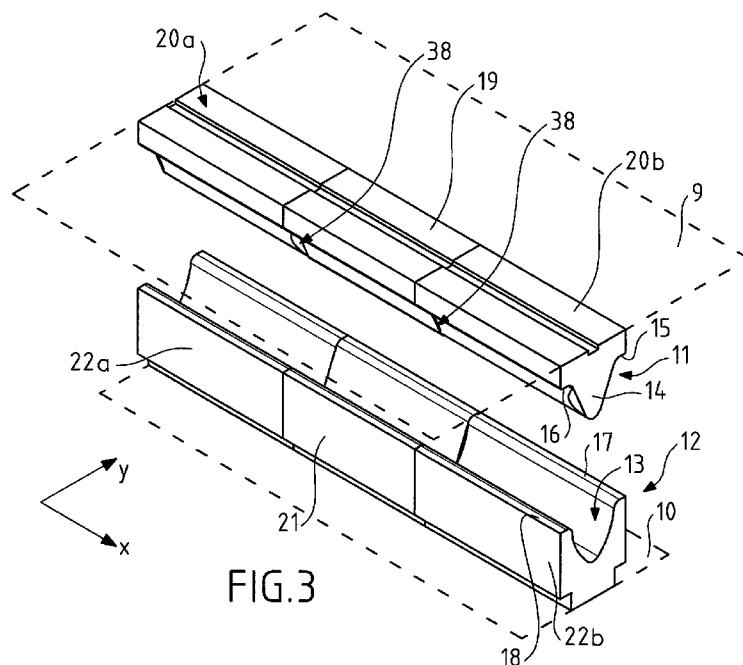
(72) Inventeurs : PERROT, Olivier ; 1 route de Versailles,  
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR). GOSLIS,  
Frédéric ; 1 route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES  
CHEVREUSE (FR). DE FARIA, Anthony ; 1 route de  
Versailles, 78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR).  
SASSI, Mohamed ; 1 route de Versailles, 78470 SAINT  
REMY LES CHEVREUSE (FR).

(74) Mandataire : ABELLO, Michel ; LOYER & ABELLO, 9  
rue Anatole De La Forge, 75017 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,

(54) Title: BENDING MACHINE FOR FORMING AN UNDULATION IN A METAL SHEET, AND METHOD FOR USING SAID MACHINE

(54) Titre : DISPOSITIF DE PLIAGE POUR FORMER UNE ONDULATION DANS UNE TOLE METALLIQUE ET PROCEDE D'UTILISATION DUDIT DISPOSITIF



(57) Abstract: The invention relates to a bending machine for forming an undulation in a metal sheet (1), the bending machine comprising: – a first punch (11) having a head (14) that has a V-shaped cross section and that comprises at least one first portion (41) and two second portions (35) arranged on either side of the first portion (41) in the longitudinal direction, the first portion (41) being connected to each of the second portions (35) by a transition zone (38, 54); – a die (13) having at least one first portion (42) and two second portions (43) arranged on either side of the first portion (42) in the longitudinal direction; the two transition zones (38, 54) are respectively arranged opposite the one and the other of the second portions (43) of the die (13) and are suitable to be received therein

[Suite sur la page suivante]

CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

**Publiée:**

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

---

during a bending operation.

**(57) Abrégé :** L'invention concerne un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique (1), le dispositif de pliage comportant : - un premier poinçon (11) comportant une tête (14) qui présente une section en forme de V et qui comprend au moins une première portion (41) et deux deuxième portions (35) disposées de part et d'autre de la première portion (41) selon la direction longitudinale, la première portion (41) étant reliée à chacune des deuxième portions (35) par une zone de transition (38, 54); - une empreinte (13) comprenant au moins une première portion (42) et deux deuxième portions (43) disposées de part et d'autre de la première portion (42) selon la direction longitudinale; les deux zones de transition (38, 54) étant respectivement disposées en regard de l'une et l'autre des deuxième portions (43) de l'empreinte (13) et étant aptes à venir se loger dans celles-ci lors d'une opération de pliage.

## DISPOSITIF DE PLIAGE POUR FORMER UNE ONDULATION DANS UNE TOLE METALLIQUE ET PROCEDE D'UTILISATION DUDIT DISPOSITIF

### Domaine technique

L'invention se rapporte à un dispositif de pliage pour former une ondulation  
5 dans une tôle métallique et à un procédé d'utilisation de ce dispositif de pliage.

L'invention se rapporte plus particulièrement au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique ; une tôle métallique ondulée, obtenue au moyen du dispositif de pliage selon l'invention, étant notamment  
10 destinée à la construction d'une membrane étanche d'une telle cuve.

### Arrière-plan technologique

Dans l'état de la technique, il est connu des membranes d'étanchéité ondulées destinées à former un revêtement pour des cuves de stockage de gaz naturel liquéfié. Chaque membrane d'étanchéité est constituée d'une pluralité de  
15 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.

Une telle membrane d'étanchéité ondulée est par exemple décrite dans le document WO16034782. La membrane ondulée comporte une première série  
20 d'ondulations parallèles s'étendant selon une première direction et une seconde série d'ondulations parallèles s'étendant selon une seconde direction perpendiculaires à la première.

Pour réaliser une telle membrane d'étanchéité, l'on procède, dans un premier temps, à la formation des ondulations de la première série puis, dans un  
25 second temps, à la formation des ondulations de la deuxième série et des nœuds à la jonction entre les ondulations de la première série et de la deuxième série.

Le document WO16034782 précité divulgue un dispositif de pliage permettant de former les ondulations de la première série. Le dispositif de pliage comporte des matrices supportées par le bâti inférieur et des poinçons supportés  
30 par le bâti supérieur. Les poinçons sont chacun destinés à s'engager à l'intérieur de

l'une des matrices de manière à former une ondulation lorsque le bâti supérieur se déplace vers le bas, en direction du bâti inférieur, de sa position de repos à sa position de pliage.

Dans un mode de réalisation décrit et représenté en relation avec les figures 10 et 12 du document WO16034782 précité, les poinçons et les matrices présentent chacun une alternance de portions d'un premier et d'un deuxième types. Les portions du premier type présentent une forme semi-elliptique et permettent ainsi de donner à l'ondulation sa forme définitive tandis que les portions du second type présentent une forme sensiblement triangulaire et permettent de donner à l'ondulation une géométrie lui permettant par la suite d'être pliée selon une direction perpendiculaire. Ainsi, lors d'une unique étape de pliage, l'ondulation est, d'une part, conformée de manière à lui donner sa forme définitive, dans les zones qui ne sont pas destinées à être retravaillées par la suite pour former une zone de nœud, et, d'autre part, présente une forme autorisant la formation ultérieure de la zone de nœud dans les zones qui seront de nouveau pliées, lors de l'étape de pliage ultérieure.

Selon une première variante de réalisation, les portions du premier et du deuxième types du poinçon et de la matrice sont séparées les unes des autres par des espaces libres de manière à réaliser des zones de transition entre les portions du premier et du deuxième types. Toutefois, un tel agencement n'est pas totalement satisfaisant car l'utilisation d'espaces libres est susceptible d'occasionner des imprécisions quant au positionnement des différentes portions de premier et du deuxième type.

Selon une deuxième variante de réalisation, les portions du premier et du deuxième types du poinçon comme de la matrice sont séparées les unes des autres par des zones de transition. Toutefois, un tel agencement n'est pas totalement satisfaisant car il nécessite un positionnement relatif des différentes zones qui soit très précis, à défaut de quoi l'ondulation formée présente, dans les zones de transition, des irrégularités susceptibles de nuire au comportement mécanique de la tôle métallique.

### Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer un dispositif de pliage visant à former une ondulation dans une tôle métallique qui soit simple et précis et

permette de réaliser, en une seule étape de pliage, une ondulation qui présente des zones conformées, présentant leur forme définitive, et au moins une zone non conformée présentant une forme autorisant la formation ultérieure de la zone de nœud dans ladite zone non conformée.

- 5            Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique, le dispositif de pliage comportant :
- un premier bâti et un deuxième bâti mobiles verticalement l'un par rapport à l'autre entre une position de repos et une position de pliage ;
  - le premier bâti supportant un poinçon correspondant à la forme de l'ondulation à  
10 former et s'étendant selon une direction longitudinale ;
  - le deuxième bâti supportant une matrice présentant une empreinte ; ladite empreinte étant disposée en regard du poinçon et agencée de telle sorte que le poinçon s'engage à l'intérieur de l'empreinte, de manière à presser la tôle métallique entre le poinçon et l'empreinte, lorsque l'un des premier et deuxième bâtis se  
15 déplace par rapport à l'autre entre une position de repos et une position de pliage ;
  - le premier poinçon comportant une tête qui présente une section en forme générale de V et qui comprend au moins une première portion et deux deuxième portions disposées de part et d'autre de la première portion selon la direction longitudinale, la première portion étant reliée à chacune des deuxième portions par  
20 une zone de transition, chacune des première et deuxième portions comportant deux faces latérales se rejoignant au niveau d'une zone de crête de sorte à définir la section en forme générale de V ; les faces latérales de la première portion étant planes et les faces latérales des deuxième portions étant arquées et convexes ;
  - l'empreinte comprenant au moins une première portion et deux deuxième  
25 portions disposées de part et d'autre de la première portion selon la direction longitudinale ; la première portion et les deuxième portions de l'empreinte présentant respectivement une section complémentaire à la section de la première portion et des deuxième portions de la tête ;
  - la première portion de la tête étant disposée en regard de la première portion de  
30 l'empreinte et les deuxième portions de la tête étant respectivement disposées en regard de l'une et l'autre des deuxième portions de l'empreinte ;
- les deux zones de transition étant respectivement disposées en regard de l'une et l'autre des deuxième portions de l'empreinte et étant aptes à venir se loger dans

celles-ci lorsque l'un des premier et deuxième bâtis se déplace par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

Ainsi, lors d'une unique étape de pliage, l'ondulation est, d'une part, conformée de manière à lui donner sa forme définitive, dans les zones qui ne sont pas destinées à être retravaillées par la suite pour former une zone de nœud, et, d'autre part, présente une forme autorisant la formation ultérieure de la zone de nœud dans les zones qui seront de nouveau pliées, lors de l'étape de pliage ultérieure. En outre, un tel agencement est simple à mettre en œuvre car les différentes portions du poinçon et de la matrice peuvent être accolées les unes aux autres sans qu'un espace libre susceptible d'occasionner des inexactitudes de positionnements supplémentaires ne soit ménagé entre les différentes zones et sans que l'empreinte présente des zones de transition dont les positions selon l'axe x doivent correspondre précisément à celle des zones de transition de la tête.

Selon des modes de réalisation avantageux, un tel dispositif de pliage peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, la première portion de la tête présente des dimensions selon la direction longitudinale qui sont supérieures à celles de la première portion de l'empreinte, la première portion de la tête étant disposée de telle sorte que ladite première portion de la tête présente deux extrémités qui sont respectivement disposées en regard de l'une et l'autre des deux deuxième portions de l'empreinte et aptes à venir se loger dans celles-ci lorsque l'un des premier et deuxième bâtis se déplace par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

Selon un mode de réalisation, chaque zone de transition comporte deux faces latérales se rejoignant au niveau d'une zone de crête, lesdites faces latérales présentant chacune une surface plane et inclinée par rapport à la direction longitudinale de manière à relier l'une des faces latérales arquées de la deuxième portion de la tête et l'une des faces latérale planes de la première portion de la tête.

Selon un mode de réalisation, chaque zone de transition comporte deux surfaces planes qui s'étendent dans un plan de jonction, transversal à la direction longitudinale, et relient l'une des faces latérales arquées de la deuxième portion de la tête et l'une des faces latérale planes de la première portion de la tête.

Selon un mode de réalisation, la première portion de la tête présente deux extrémités qui s'étendent chacune dans un plan qui est orthogonal à la direction longitudinale.

5 Selon un mode de réalisation, chaque zone de transition s'étend entre deux plans transversaux qui sont orthogonaux à l'axe longitudinal de l'ondulation à former.

Selon un mode de réalisation, la première portion de la tête présente deux extrémités qui s'étendent chacune dans un plan qui est transversal à la direction longitudinale et incliné par rapport à la direction longitudinale de telle sorte que les  
10 dimensions de la première portion de la tête, selon la direction longitudinale, augmentent en direction de la zone de crête.

Selon un mode de réalisation, la première portion de l'empreinte présente deux extrémités qui s'étendent chacune dans un plan qui est transversal à la direction longitudinale et est incliné par rapport à la direction longitudinale de telle  
15 sorte que les dimensions de la première portion de l'empreinte, selon la direction longitudinale, augmentent en direction de la zone de crête.

Selon un mode de réalisation, chaque zone de transition s'étend entre deux plans transversaux qui sont inclinés par rapport à l'axe longitudinal de l'ondulation à former.

20 Selon un mode de réalisation, le poinçon comporte au moins un premier élément et deux deuxièmes éléments distincts, les deuxièmes éléments étant disposés, selon la direction longitudinale, de part et d'autre dudit premier élément ; le premier élément formant au moins partiellement la première portion de la tête et les deuxièmes éléments formant chacun l'une des deuxièmes portions et l'une des  
25 zones de transition de la tête.

Selon un mode de réalisation, les deuxièmes éléments de la matrice forment en outre chacun une partie de la première portion de la tête.

Selon un autre mode de réalisation, le poinçon comporte au moins un premier élément et deux deuxièmes éléments distincts, les deuxièmes éléments  
30 étant disposés, selon la direction longitudinale, de part et d'autre dudit premier élément; le premier élément formant la première portion de la tête et les deuxièmes éléments formant chacun l'une des deuxièmes portions de la tête, les zones de

transition étant chacune réalisées à la jonction entre le premier élément et l'un des deuxièmes éléments de la tête.

Selon un mode de réalisation, la matrice comporte au moins un premier élément et deux deuxièmes éléments distincts qui sont disposés selon la direction  
5 longitudinale de part et d'autre dudit premier élément; le premier élément et les deuxièmes éléments de la matrice formant respectivement la première portion et les deuxièmes portions de l'empreinte.

Selon un mode de réalisation, la tête comporte  $n$  premières portions et  $n+1$  deuxièmes portions,  $n$  étant un nombre entier, chacune des premières portions de la  
10 tête étant disposée entre deux deuxièmes portions de la tête et reliée auxdites deuxièmes portions par une zone de transition ;

l'empreinte comportant  $n$  premières portions et  $n+1$  deuxièmes portions ; chaque première portion de la tête étant disposée en regard de l'une des premières portions de l'empreinte et les deuxièmes portions de la tête étant chacune disposées en  
15 regard de l'une des deuxièmes portions de l'empreinte ; et

les deux zones de transition entre chaque première portion et les deux deuxièmes portions adjacentes de la tête étant respectivement en regard de l'une et l'autre des deuxièmes portions de l'empreinte qui sont adjacentes à la première portion de l'empreinte en regard de ladite première portion de la tête et sont ainsi aptes à venir  
20 se loger dans celles-ci lorsque l'un des premier et deuxième bâtis se déplace par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un procédé d'utilisation d'une machine de pliage comportant :

- le positionnement d'une tôle métallique contre la matrice ; et
- 25 - le déplacement de l'un des premier et deuxième bâtis par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

### **Brève description des figures**

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description  
30 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 tôle métallique ondulée destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de gaz liquéfié comme du gaz naturel.

5       - **La figure 2** illustre une pièce de renfort destinée à être insérée dans une ondulation d'une membrane étanche de manière à renforcer ladite membrane étanche contre la pression du fluide contenu dans la cuve.

- **La figure 3** est une vue en perspective d'un dispositif de pliage selon un premier mode de réalisation.

10       - **La figure 4** est une vue latérale du poinçon et de la matrice la figure 3.

- **La figure 5** est une vue en perspective illustrant un premier élément de la matrice et un premier élément du poinçon des figures 3 et 4.

- **La figure 6** est vue avant du premier élément du poinçon illustré sur la figure 5.

15       - **La figure 7** est une vue avant du premier élément de la matrice, illustré sur la figure 5.

- **La figure 8** est une vue en perspective illustrant un deuxième élément de la matrice et un deuxième élément du poinçon des figures 3 et 4.

20       - **La figure 9** est une vue avant du deuxième élément de la matrice, illustré sur la figure 8.

- **La figure 10** est une vue avant du deuxième élément du poinçon, illustré sur la figure 8.

- **La figure 11** est une vue en coupe du poinçon et de la matrice en position de pliage selon le plan XI-XI de la figure 4.

25       - **La figure 12** est une vue en perspective d'un poinçon et d'une matrice selon un deuxième mode de réalisation.

- **La figure 13** est une vue latérale du poinçon et de la matrice la figure 11.

30       - **La figure 14** est une vue schématique d'un poinçon et d'une matrice selon un troisième mode de réalisation.

- **La figure 15** est une vue partielle en perspective d'une tôle métallique selon une variante de réalisation.

### Description détaillée de modes de réalisation

La figure 1 illustre une tôle métallique 1 ondulée, destinée à la formation d'une membrane étanche d'une cuve de stockage d'un fluide cryogénique, tel que du gaz naturel liquéfié.

5 La tôle 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 tôle métallique 1, destinée à être  
10 mise en contact avec le fluide contenu dans la cuve. Les bords de la tôle 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. En outre, dans un mode de réalisation non représenté, les ondulations 2, 3 présentent des hauteurs identiques.

15 La tôle 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 tôle métallique 1 comporte une zone de nœud 5. La zone de nœud 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  
20 une paire d'ondulations concaves 7 formées dans la crête de l'ondulation haute 3 et, d'autre part, par une paire de renforcements 8 dans lesquels pénètre l'ondulation basse 2.

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

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  
30 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 alliages sont également envisageables.

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.

5 Les figures 3 à 11 représentent un dispositif de pliage, selon un premier mode de réalisation, pour former une première ondulation dans une tôle métallique, préalablement à la formation d'au moins une deuxième ondulation perpendiculaire à ladite première ondulation. A titre d'exemple, la deuxième ondulation ainsi que le nœud à l'intersection entre la première et la deuxième ondulations sont susceptibles  
10 d'être ultérieurement réalisées au moyen d'une machine de pliage, telle que décrite dans la demande WO2015170054.

Le dispositif de pliage comporte un bâti supérieur 9 et un bâti inférieur 10, représentés en pointillés sur la figure 3. Le bâti supérieur 9 est mobile par rapport au bâti inférieur 10 entre une position haute de repos et une position basse de  
15 pliage. Le bâti supérieur 9 et le bâti inférieur 10 supportent respectivement un poinçon 11 et une matrice 12.

Le poinçon 11 est disposé au-dessus de la matrice 12 et est destiné à s'engager à l'intérieur de l'empreinte 13 de la matrice 12 lorsque le bâti supérieur 9 se déplace par rapport au bâti inférieur 8 de sa position de repos vers sa position de  
20 pliage, afin de presser la tôle métallique 1 entre le poinçon 11 et la matrice 12 et former ainsi l'ondulation dans la tôle métallique 1.

Le poinçon 11 comporte, à son extrémité inférieure, une tête 14 qui s'étend selon la direction longitudinale x, parallèlement à la direction longitudinale de l'ondulation à façonner, et qui présente une forme correspondant à la forme de  
25 ladite ondulation. La tête 14 présente une section de forme générale en V qui est bordée par deux rebords latéraux 15, 16 se redressant vers l'horizontal. La tête 14 s'étend sur une longueur sensiblement égale à la dimension de la tôle métallique 1 à plier, selon la direction x.

La matrice 12 présente une empreinte 13 en creux destinée à recevoir la  
30 tête 14 du poinçon 11 lorsque le bâti supérieur 9 se déplace de sa position de repos vers sa position de pliage. L'empreinte 13 s'étend selon la direction x et présente une longueur sensiblement égale à celle de la tête 14. La section de l'empreinte 13 est également en forme générale de V.

Par ailleurs, deux surfaces d'appui horizontales 17, 18 bordent latéralement l'empreinte 13, de part et d'autre de celle-ci. Les surfaces d'appui horizontales 17, 18 sont destinées à supporter la tôle métallique 1 préalablement et pendant l'opération de pliage. Chacune des surfaces d'appui horizontales 17, 18 est  
5 disposée en-dessous de l'un des deux rebords latéraux 15, 16 du poinçon 11 de sorte que, lorsque le bâti supérieur 9 est dans sa position de pliage, les rebords latéraux 15, 16 pressent la tôle métallique 1, de part et d'autre de l'ondulation, contre les surfaces d'appui horizontales 17, 18.

Comme représenté sur les figures 3 et 4, le poinçon 11 et la matrice 12  
10 sont chacun formés d'une pluralité d'éléments 19, 20a, 20b, 21, 22a, 22b placés bout-à-bout, les uns contre les autres, selon la direction x. Dans le mode de réalisation représenté, le poinçon 11 comporte un premier élément 19 et deux deuxièmes éléments 20a, 20b qui sont disposés, selon la direction x, de part et d'autre du premier élément 19. De même, la matrice 12 comporte un premier  
15 élément 21 et deux deuxièmes éléments 22a, 22b qui sont disposés selon la direction x, de part et d'autre du premier élément 21.

Le premier élément 19 du poinçon 11 présente une longueur égale à celle du premier élément 21 de la matrice 12. Le premier élément 19 du poinçon 11 est disposé au-dessus du premier élément 21 de la matrice 12 dans une position telle  
20 que les positions, sur l'axe x, des deux extrémités du premier élément 19 du poinçon 11 et celles des deux extrémités du premier élément 21 de la matrice 12, sont identiques.

De même, les deuxièmes éléments 20a, 20b du poinçon 11 présentent une longueur identique à celle des deuxièmes éléments 22a, 22b de la matrice 12.  
25 Chacun des deuxièmes éléments 20a, 20b du poinçon 11 est disposé au-dessus de l'un des deuxièmes éléments 22a, 22b de la matrice 12 et dans une position telle que les positions sur l'axe X des deux extrémités dudit deuxième élément 20a, 20b du poinçon 11 et celles des deux extrémités du deuxième élément 22a, 22b de la matrice 12 en regard sont identiques.

30 Les deuxièmes éléments 20a, 20b, 22a, 22b du poinçon 11 et de la matrice 12 visent à donner à l'ondulation sa forme définitive tandis que les premiers éléments 19, 21 du poinçon 11 et de la matrice 12 visent à donner à l'ondulation une géométrie lui permettant par la suite d'être déformée, afin de former une autre

ondulation selon l'axe y, c'est-à-dire une ondulation perpendiculaire à l'ondulation à former au moyen du dispositif de pliage en cause. On comprend ainsi que le dispositif de pliage représenté vise à obtenir une tôle métallique dans laquelle l'ondulation formée au moyen dudit dispositif de pliage ne sera traversée que par  
5 une seule ondulation perpendiculaire.

Dans d'autres modes de réalisation non représentés, lorsque l'ondulation à former est destinée à être traversée par n ondulations ; le poinçon 11 et la matrice 12 comportent chacun n premiers éléments 19, 21, et n+1 deuxièmes éléments 20a, 20b, 22a, 22b, chacun des premiers éléments 19, 21 du poinçon 11 et de la matrice  
10 12 étant respectivement interposés entre deux deuxièmes éléments 20a, 20b, 22a, 22b du poinçon 11 et de la matrice 12.

Les figures 5 à 7 illustrent le premier élément 19 du poinçon 11 et le premier élément 21 de la matrice 12. La section de la tête 14, au niveau du premier élément 19 du poinçon 11, présente une forme générale de V et est constante.  
15 Comme représenté sur la figure 6, ladite section présente deux faces latérales 23, 24 sensiblement planes se rejoignant au niveau d'une zone de crête 25. La zone de crête 25 présente un arrondi. La section de l'empreinte 13, au niveau du premier élément 21 de la matrice 12, est également constante et présente une forme complémentaire à celle de la tête 14 au niveau du premier élément 19 du poinçon  
20 11. En d'autres termes, comme représenté sur la figure 7, cette section présente également deux faces latérales 26, 27 sensiblement planes se rejoignant au niveau d'une zone de crête 28, arrondie.

Les figures 8 à 10 représentent l'un des deuxièmes éléments 20a du poinçon 11 et l'un des deuxièmes éléments 22a de la matrice 12, les autres  
25 deuxièmes éléments 20b, 22b du poinçon 11 et de la matrice 12 étant identiques. La section de l'empreinte 13, au niveau d'un deuxième élément 20a de la matrice 11 présente une forme générale de V et est constante. Comme représenté sur la figure 10, ladite section présente deux faces latérales 29, 30, arquées et concaves, qui se rejoignent au niveau d'une zone de crête 31, arrondie. La section de la tête 14, au  
30 niveau d'un deuxième élément 20a du poinçon 11 n'est quant à elle pas constante. Au niveau de chacune de ses extrémités, le deuxième élément 20a du poinçon 11 présente une section identique à celle du premier élément 19 du poinçon 11. En d'autres termes, comme représenté sur la figure 9, la tête 14 présente au niveau de

ladite extrémité du deuxième élément 20a, une section présentant deux faces latérales 32, 33 planes se rejoignant au niveau d'une zone de crête 34, arrondie.

La tête 14 du deuxième élément 20a présente également, hors de ses extrémités, une portion 35 dont la section présente une forme complémentaire à celle de la section de l'empreinte 13 du deuxième élément 22a de la matrice 12. En d'autres termes, comme représenté sur la figure 9, la section de cette portion 35 présente deux faces latérales 36, 37, arquées et convexes, qui se rejoignent au niveau d'une zone de crête. La zone de crête de la portion 35 est arrondie et s'étend dans le prolongement de la zone de crête 34 des extrémités du deuxième élément 22a.

Au niveau du deuxième élément 20a du poinçon 11, la tête 14 présente une zone de transition 38 qui relie la portion 35 à chacune des extrémités du deuxième élément 20a. Chaque zone de transition 38 présente deux faces latérales 39, 40 qui se rejoignent au niveau d'une zone de crête arrondie. La zone de crête s'étend dans le prolongement des zones de crête 34 des extrémités du deuxième élément 20a et de la portion 35. Les faces latérales 39, 40 présentent chacune une surface plane et inclinée par rapport à la direction x, qui relie l'une des faces latérales 36, 37 arquées de la portion 35 et l'une des faces latérales 32, 33 planes de l'extrémité du deuxième élément 20a.

Comme représenté sur la figure 11, la section de la tête 14 au niveau des extrémités des deuxièmes éléments 20a, 20b comme au niveau de la zone de transition 38 est susceptible de se loger à l'intérieur de la section de l'empreinte 13, au niveau des deuxièmes éléments 22a, 22b de la matrice 12.

Comme illustré sur la figure 4, la tête 14 du poinçon 11 comporte donc :

- une première portion 41 qui s'étend de l'une des extrémités de l'un des deuxième élément 20a à l'une des extrémités de l'autre des deuxième éléments 20a, à travers le premier élément 19 et dont la section présente deux faces latérales 23, 24, 32, 33 planes ;
- des deuxièmes portions 35 qui présentent une section présentant deux faces latérales 36, 37, arquées et convexes ; et
- des zones de transition 38 qui relient chacune la première portion 41 à l'une des deuxièmes portions 35.

L'empreinte 13 de la matrice 12 comporte :

- une première portion 42 dont la section présente une forme complémentaire à celle de la première portion 41 de la tête 14; et
- des deuxièmes portions 43 dont la section présente une forme complémentaire à celle des deuxièmes portions 35 de la tête 14.

Les zones de transition 38 de la tête 14 sont disposées en regard des deuxièmes portions 43 de l'empreinte 13 et viennent se loger dans lesdites deuxièmes portions 43 lorsque le bâti supérieur 9 se déplace dans sa position de pliage. Un tel agencement permet de réaliser une ondulation présentant deux zones de sections différentes, de manière simple et précise, et en particulier sans que l'empreinte 13 présente des zones de transition dont les positions selon l'axe x correspondent à celle des zones de transition 38 de la tête 14.

Par ailleurs, si la répartition des différentes portions 41, 38, 35 de la tête 14 sur les éléments 19, 20, 20b du poinçon 11, telle que décrite ci-dessus est particulièrement avantageuse en ce qu'elle permet une fabrication simple du poinçon 11, l'invention n'est pas limitée à un tel mode de réalisation. Il est ainsi envisageable de réaliser une tête 14 monobloc ou comprenant un nombre supérieur ou inférieur d'éléments 19, 20a, 20b. Des variations similaires sont également envisageables pour la matrice 12.

Dans un mode de réalisation, l'ondulation 3 à former peut présenter une ou plusieurs échancrures 55 de renfort dans chaque portion de l'ondulation 3 entre deux zones de nœud 5, comme représenté sur la figure 15. De telles échancrures 55 visent à améliorer la résistance des ondulations à la pression. Chaque échancrure 55 est globalement concave et est rentrante du côté de la face interne de la tôle métallique 1. Afin de réaliser de telles échancrures 55 de renfort lors du pliage de la tôle métallique 1, les deuxièmes portions 43 de l'empreinte comportent une ou plusieurs parties saillantes qui font saillie vers l'intérieur au-delà du reste des deuxièmes portions 43 tandis que les deuxièmes portions 35 de la tête 14 du poinçon 11 présentent des parties rentrantes de forme complémentaire auxdites parties saillantes, et en regard desdites parties saillantes.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, l'ondulation présente des nervures de renfort dans chaque portion de l'ondulation 3 entre deux zones de nœud 5. Les nervures sont globalement convexes et font saillie du côté de la face

interne de la tôle métallique 1. Dans un tel cas, ce sont les deuxièmes portions de la tête 14 du poinçon 11 qui présentent une ou plusieurs parties saillantes qui font saillie vers l'extérieur 43 tandis que les deuxièmes portions 43 de l'empreinte 13 présentent des parties rentrantes de forme complémentaire.

5 Les figures 12 et 13 représentent un dispositif de pliage selon un deuxième mode de réalisation. Ce mode de réalisation diffère du mode de réalisation précédant en ce que les extrémités des différentes portions 35, 38, 41, 42, 43 de la tête 14 et de l'empreinte 13 s'étendent dans des plans qui sont transversaux et inclinés par rapport à l'axe X alors que dans le mode de réalisation précédent, ils  
10 s'étendent dans des plans orthogonaux à l'axe X. Chaque extrémité des première et deuxièmes portions 41, 35 de la tête 14 ainsi que chaque extrémité des première et deuxièmes portions 42, 43 de l'empreinte 43 s'étendent dans des plans qui sont inclinés par rapport à la direction x de telle sorte que, d'une part, les dimensions selon l'axe X de la première portion 41, 42 de la tête 14 et de l'empreinte 13  
15 augmentent en direction de leur zone de crête 25, 28 respective et que d'autre part, les dimensions selon l'axe X de la deuxième portion 35, 43 de la tête 14 et de l'empreinte 13 diminuent en direction de leur zone de crête 31 respective. Dans ce mode de réalisation, les extrémités des premier et deuxièmes éléments 19, 20a, 20b, 21, 22a, 22b du poinçon 11 et de la matrice 12 sont inclinées de manière  
20 correspondante.

Un tel dispositif de pliage vise à réaliser une ondulation dans laquelle chaque ligne de transition entre deux zones de différentes formes est inclinée. Ceci est particulièrement avantageux lorsque la tôle métallique 1 ainsi réalisée est destinée à être associée avec des pièces de renfort 44, telles que représentées sur  
25 la figure 2.

De telles pièces de renfort 44 sont destinées à être disposées sous les ondulations entre la membrane d'étanchéité et le support de cette membrane d'étanchéité. Ainsi, les pièces de renfort 44 permettent de diminuer les contraintes dans la membrane d'étanchéité susceptibles d'être causées par une multitudes de  
30 facteurs, dont la rétraction thermique lors de la mise à froid de la cuve, l'effet de flexion de la poutre du navire, et la pression dynamique due au mouvement de la cargaison, notamment en raison de la houle. A titre d'exemple, de telles pièces de renforts 44 sont notamment décrites dans le document WO2010040922.

La pièce de renfort 44 comporte une enveloppe creuse 45, qui constitue le corps principal de la pièce de renfort. La paroi de base 46 de la pièce de renfort 44 est plane pour reposer sur le support de la membrane. L'enveloppe creuse 45 présente une paroi supérieure 47 dont la forme permet à la pièce de renfort 44 d'épouser la forme de la zone de l'ondulation dans laquelle elle est insérée, à savoir une forme conformée correspondant à la forme des deuxièmes portions 35, 43 de la tête 14 du poinçon 11 et de l'empreinte 13 de la matrice 12 du dispositif de pliage décrit précédemment. Des nervures 48 de fine épaisseur sont disposées à l'intérieur de l'enveloppe creuse 45 pour renforcer sa rigidité, par exemple cinq nervures déployées en étoile autour d'un noyau central.

Dans le mode de réalisation représenté, les extrémités longitudinales 49 de l'enveloppe creuse 45 sont coupées selon un plan incliné par rapport à l'axe longitudinal de la pièce de renfort 44. L'inclinaison des extrémités longitudinales de l'enveloppe creuse 45 correspond à l'inclinaison de la transition entre deux zones de l'ondulation obtenue au moyen du dispositif de pliage des figures 12 et 13. Ceci permet d'augmenter la surface de contact entre la pièce de renfort 44 et l'ondulation dans laquelle elle est logée et contribue ainsi à améliorer l'efficacité des pièces de renfort 44.

La figure 14 représente schématiquement un dispositif de pliage selon un troisième mode de réalisation.

Le poinçon 11 et la matrice 12 sont chacun formés d'une pluralité de premiers éléments 50, 52 et de deuxièmes éléments 51, 53, disposés par alternances les uns contre les autres.

Au niveau des premiers éléments 50 du poinçon 11, la tête présente une section constante similaire à celle représentée sur la figure 6 tandis qu'au niveau des deuxièmes éléments 51 du poinçon, la tête présente une section constante similaire à celle de la portion 35 du deuxième élément 20a de la figure 9. De plus, au niveau des premiers éléments 52 et deuxièmes éléments 53 de la matrice, la section de l'empreinte correspond respectivement à celle du premier élément 21, tel que représenté sur la figure 7, et à celle du second élément 22a, tel que représenté sur la figure 10.

Dans ce mode de réalisation, les zones de transition 54 entre les différentes portions de la tête du poinçon 11 sont chacune réalisées à la jonction

entre un premier élément 50 et un deuxième élément 51. La zone de transition est donc formée par la surface orthogonale à l'axe X de l'extrémité d'un deuxième élément 51 qui relie les faces latérales arquées de la section du deuxième élément 51 et les faces latérales planes de la section du premier élément 50 adjacent.

5 Les premiers éléments 50 du poinçon 11 présentent une dimension selon la direction x qui est supérieure à celle des premiers éléments 52 correspondants de la matrice 12. En outre, chaque premier élément 50 du poinçon 11 est disposé de telle sorte que ses deux extrémités longitudinales soient respectivement en dessus de l'un et l'autre des deux deuxième éléments 53 de la matrice 12 qui sont  
10 disposés de part et d'autre du premier élément 52 de la matrice 12 correspondant. Ainsi, comme dans les modes de réalisation précédents, les zones de transition 54 se situent au-dessus des deuxième éléments 53.

Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle  
15 comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

En particulier, si dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, chaque élément 21, 22a, 22b, 52, 53 de matrice 12 est formé d'un seul tenant, l'invention s'applique également à des éléments de matrice comportant deux portions latérales  
20 et une portion centrale mobile par rapport auxdits deux portions latérales, tels que décrits dans la demande WO16034782.

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.

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

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique (1), le dispositif de pliage comportant :
- un premier bâti (9) et un deuxième bâti (10) mobiles verticalement l'un par rapport à l'autre entre une position de repos et une position de pliage ;
  - le premier bâti (9) supportant un poinçon (11) correspondant à la forme de l'ondulation à former et s'étendant selon une direction longitudinale ;
  - le deuxième bâti (10) supportant une matrice (12) présentant une empreinte (13) ; ladite empreinte (13) étant disposée en regard du poinçon (11) et agencée de telle sorte que le poinçon (11) s'engage à l'intérieur de l'empreinte (13), de manière à presser la tôle métallique (1) entre le poinçon (11) et l'empreinte (13), lorsque l'un des premier et deuxième bâtis (9, 10) se déplace par rapport à l'autre entre une position de repos et une position de pliage ;
  - le premier poinçon (11) comportant une tête (14) qui présente une section en forme générale de V et qui comprend au moins une première portion (41) et deux deuxième portions (35) disposées de part et d'autre de la première portion (41) selon la direction longitudinale, la première portion (41) étant reliée à chacune des deuxième portions (35) par une zone de transition (38, 54), chacune des première et deuxième portions comportant deux faces latérales (23, 24, 32, 33, 36, 37) se rejoignant au niveau d'une zone de crête (25, 34) de sorte à définir la section en forme générale de V ; les faces latérales (23, 24, 32, 33) de la première portion (41) étant planes et les faces latérales (36, 37) des deuxième portions (35) étant arquées et convexes ;
  - l'empreinte (13) comprenant au moins une première portion (42) et deux deuxième portions (43) disposées de part et d'autre de la première portion (42) selon la direction longitudinale; la première portion (42) et les deuxième portions (42) de l'empreinte (13) présentant respectivement une section complémentaire à la section de la première portion (41) et des deuxième portions (35) de la tête (14) ;
  - la première portion (41) de la tête (14) étant disposée en regard de la première portion (42) de l'empreinte (13) et les deuxième portions (35) de la tête étant disposées en regard de l'une et l'autre des deuxième portions (43) de l'empreinte (13) ;
- les deux zones de transition (38, 54) étant respectivement disposées en regard de l'une et l'autre des deuxième portions (43) de l'empreinte (13) et étant aptes à venir

se loger dans celles-ci lorsque l'un des premier et deuxième bâtis (9, 10) se déplace par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

2. Dispositif de pliage selon la revendication 1, dans lequel la première portion (41) de la tête (14) présente des dimensions selon la direction longitudinale qui sont supérieures à celles de la première portion (42) de l'empreinte (13), la première portion (41) de la tête (14) étant disposée de telle sorte que ladite première portion (41) de la tête (14) présente deux extrémités qui sont respectivement disposées en regard de l'une et l'autre des deuxièmes portions (43) de l'empreinte (12) et aptes à venir se loger dans celles-ci lorsque l'un des premier et deuxième bâtis (9, 10) se déplace par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

3. Dispositif de pliage selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque zone de transition (38) comporte deux faces latérales (39, 40) se rejoignant au niveau d'une zone de crête, lesdites faces latérales (39, 40) présentant chacune une surface plane et inclinée par rapport à la direction longitudinale de manière à relier l'une des faces latérales (36, 37) arquées de la deuxième portion (35) de la tête (14) et l'une des faces latérale planes (32, 33) de la première portion (41) de la tête (14).

4. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la première portion (41) de la tête (14) présente deux extrémités qui s'étendent chacune dans un plan qui est orthogonal à la direction longitudinale.

5. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la première portion (41) de la tête (14) présente deux extrémités qui s'étendent chacune dans un plan qui est transversal à la direction longitudinale et est incliné par rapport à la direction longitudinale de telle sorte que les dimensions de la première portion (41) de la tête (14), selon la direction longitudinale, augmentent en direction de la zone de crête (25, 34).

6. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le poinçon (11) comporte au moins un premier élément (19) et deux deuxièmes éléments (20a, 20b) distincts, les deuxièmes éléments (20a, 20b) étant disposés, selon la direction longitudinale, de part et d'autre dudit premier élément (19) ; le premier élément (19) formant au moins partiellement la première portion

(41) de la tête (14) et les deuxièmes éléments (20a, 20b) formant chacun l'une des deuxièmes portions (35) et l'une des zones de transition (38) de la tête (14).

7. Dispositif de pliage selon la revendication 6, dans lequel les deuxièmes éléments (20a, 20b) de la matrice forment en outre chacun une partie de  
5 la première portion (41) de la tête (14).

8. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le poinçon (11) comporte au moins un premier élément (50) et deux deuxièmes éléments (51) distincts, les deuxièmes éléments (51) étant disposés, selon la direction longitudinale, de part et d'autre dudit premier élément (50) ; le  
10 premier élément (50) formant la première portion (41) de la tête (14) et les deuxièmes éléments (51) formant chacun l'une des deuxièmes portions (35) de la tête (14), les zones de transition (54) étant chacune réalisées à la jonction entre le premier élément (50) et l'un des deuxièmes éléments (51) de la tête (14).

9. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la matrice (12) comporte au moins un premier élément (21, 52) et deux deuxièmes éléments (22a, 22b, 53) distincts qui sont disposés selon la direction longitudinale de part et d'autre dudit premier élément (21, 52) ; le premier élément (21, 52) et les deuxièmes éléments (22a, 22b, 53) de la matrice (12) formant respectivement la première portion (42) et les deuxièmes portions (43) de  
15 20 l'empreinte (13).

10. Dispositif de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la tête (14) comporte n premières portions (41) et n+1 deuxièmes portions (35), n étant un nombre entier, chacune des premières portions (41) de la tête (14) étant disposée entre deux deuxièmes portions (35) de la tête (14) et reliée  
25 auxdites deuxièmes portions (35) par une zone de transition (38, 54) ; dans lequel l'empreinte (13) comporte n premières portions (42) et n+1 deuxièmes portions (43) ; chaque première portion (42) de la tête (14) étant disposée en regard de l'une des premières portions (42) de l'empreinte (13) et les deuxièmes portions (35) de la tête (14) étant chacune disposées en regard de l'une des deuxièmes  
30 portions (43) de l'empreinte (13) ; et dans lequel les deux zones de transition (38, 54) entre chaque première portion (41) et les deux deuxièmes portions (35) adjacentes de la tête (14) sont respectivement en regard de l'une et l'autre des deuxièmes portions (43) de l'empreinte (13) qui

sont adjacentes à la première portion (42) de l'empreinte (13) en regard de ladite première portion (41) de la tête (14) et sont ainsi aptes à venir se loger dans celles-ci lorsque l'un des premier et deuxième bâtis (9, 10) se déplace par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

- 5            11.        Procédé d'utilisation d'une machine de pliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, le procédé comportant :
- le positionnement d'une tôle métallique (1) contre la matrice (12); et
  - le déplacement de l'un des premier et deuxième bâtis (9, 10) par rapport à l'autre de sa position de repos vers sa position de pliage.

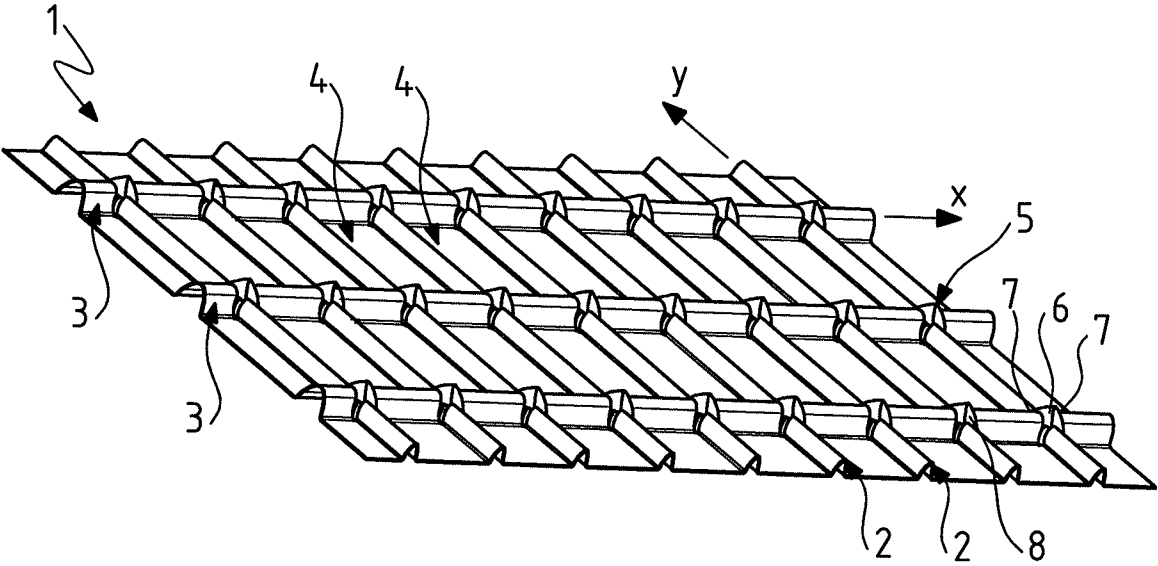


FIG.1

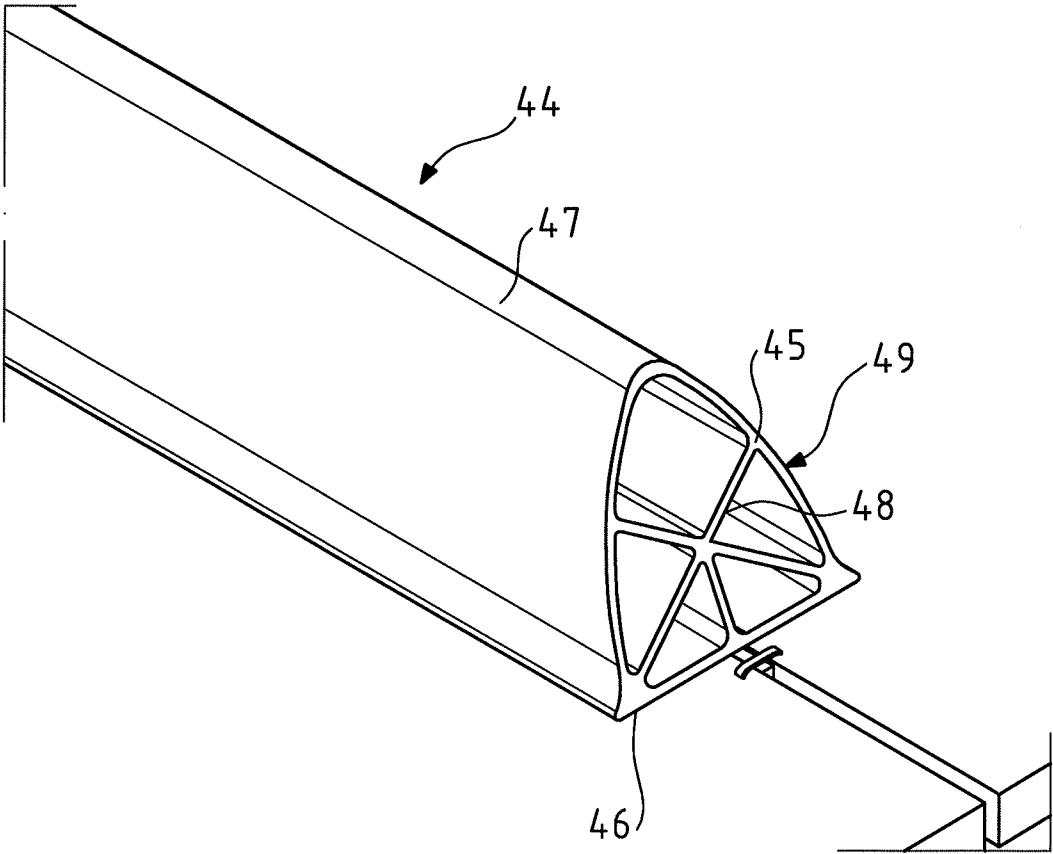


FIG.2

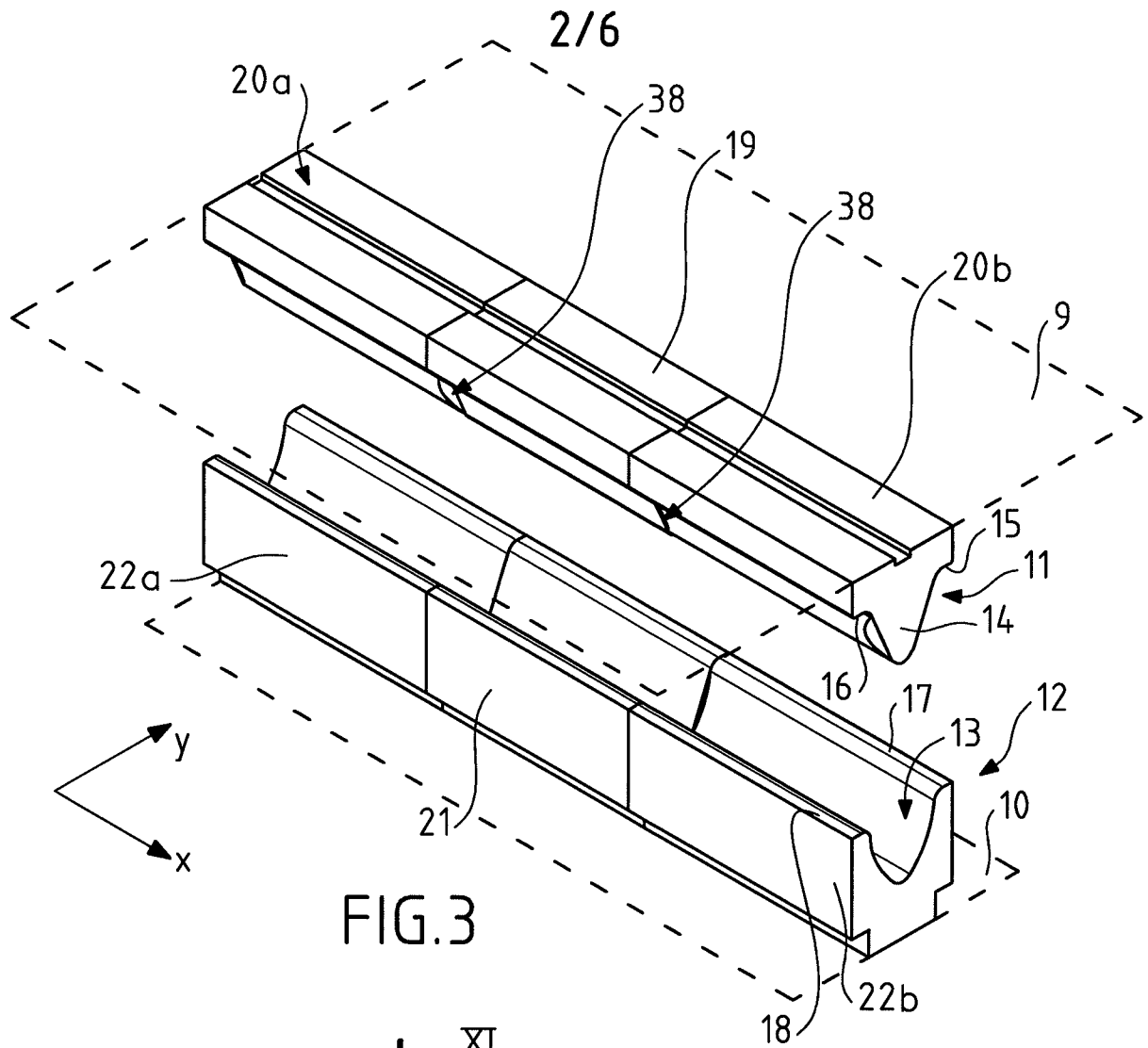


FIG.3

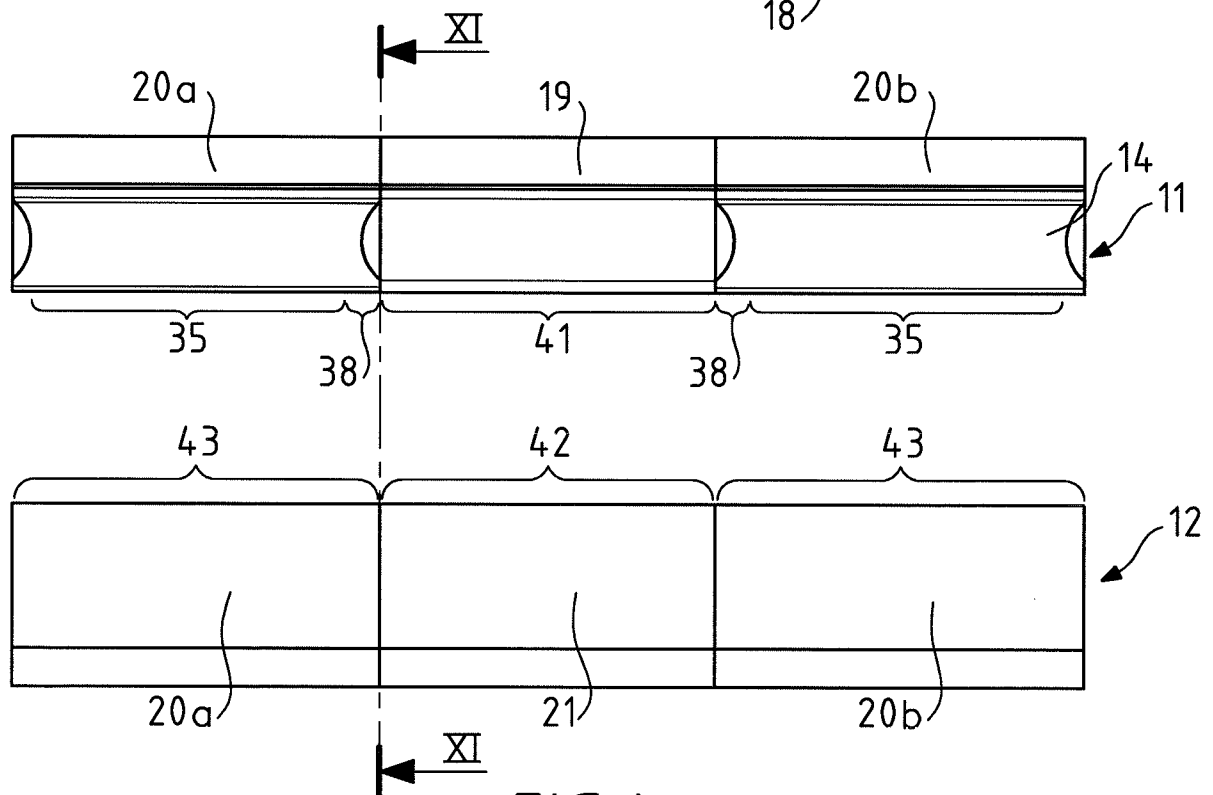


FIG.4

3/6

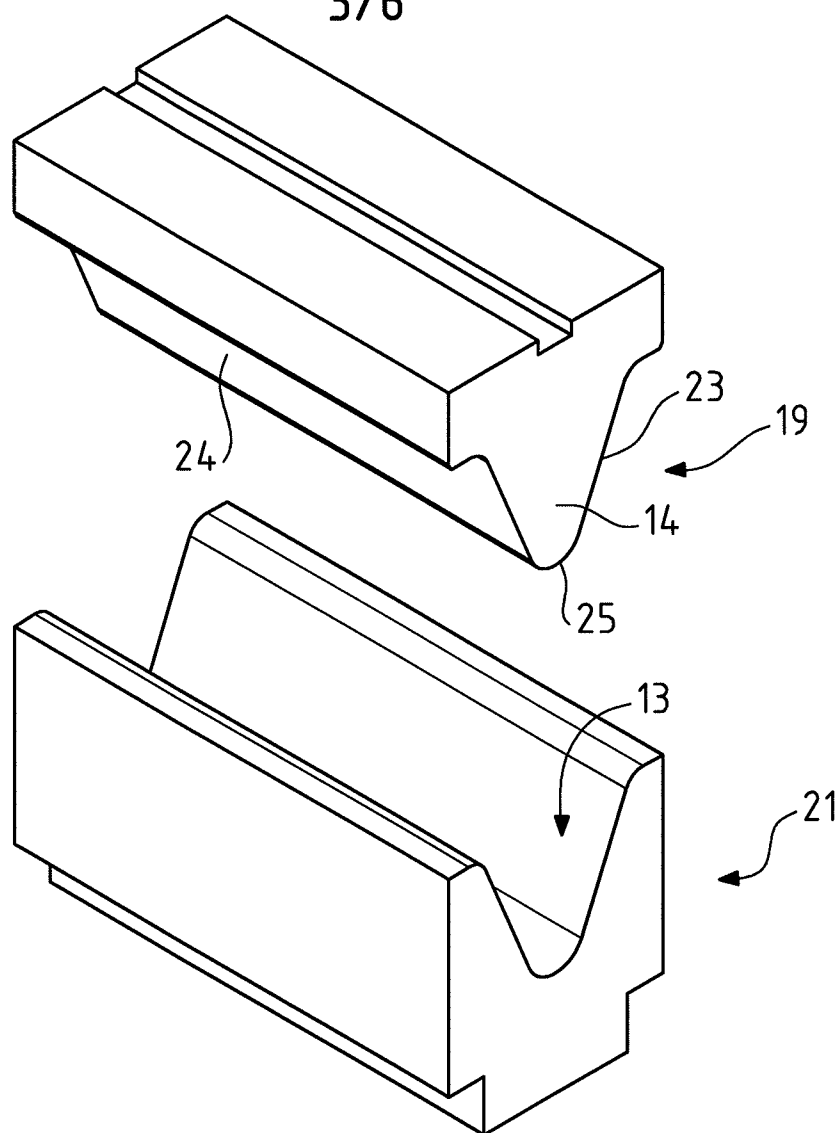


FIG. 5

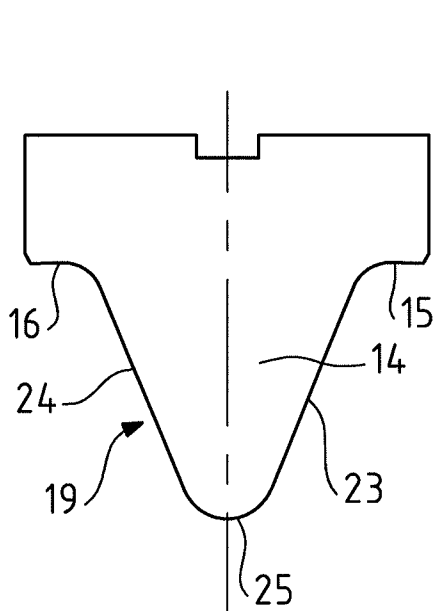


FIG. 6

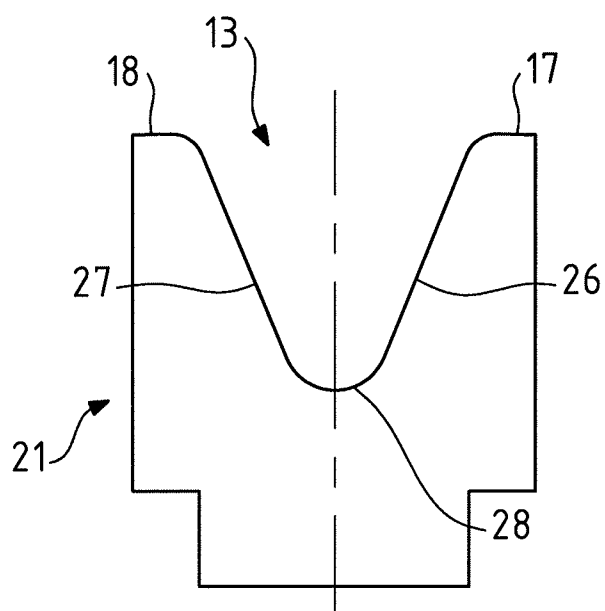


FIG. 7

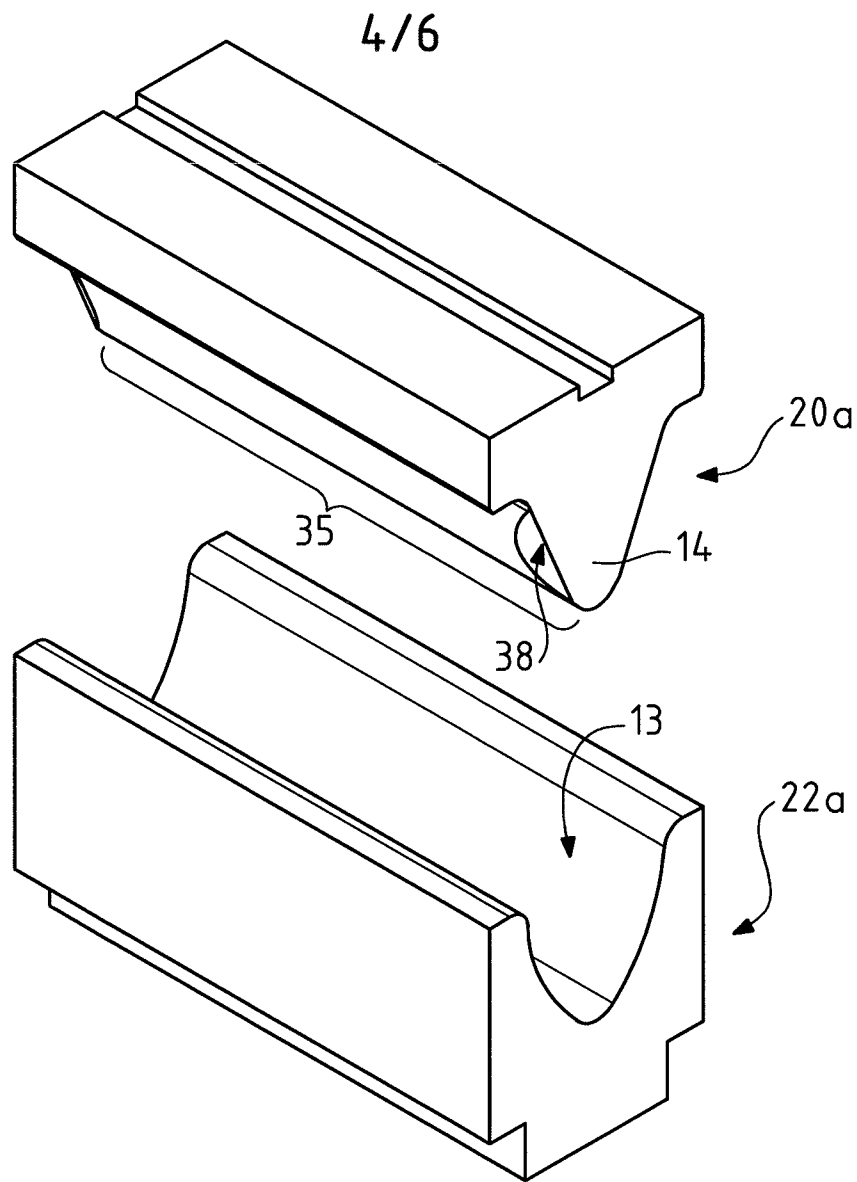


FIG. 8

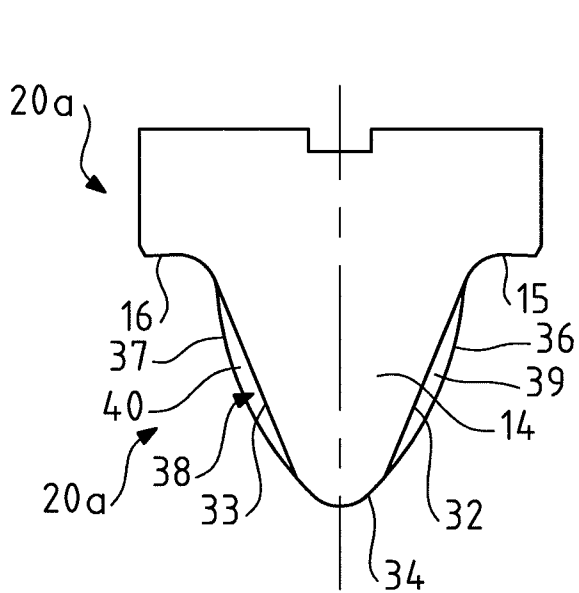


FIG. 9

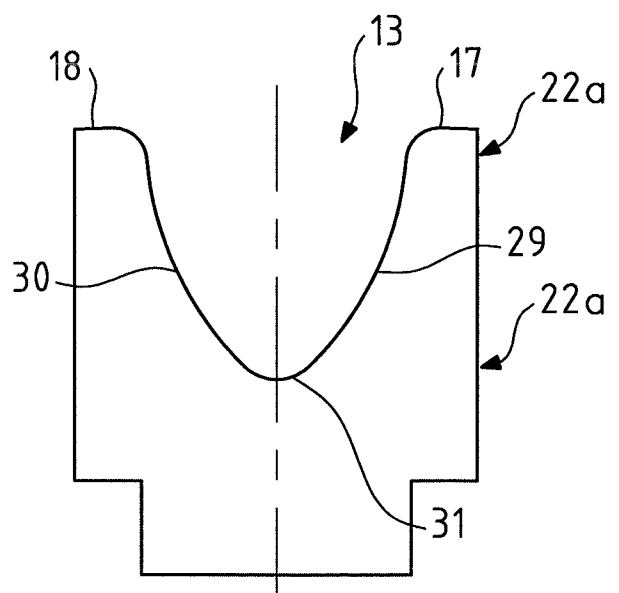


FIG. 10

5/6

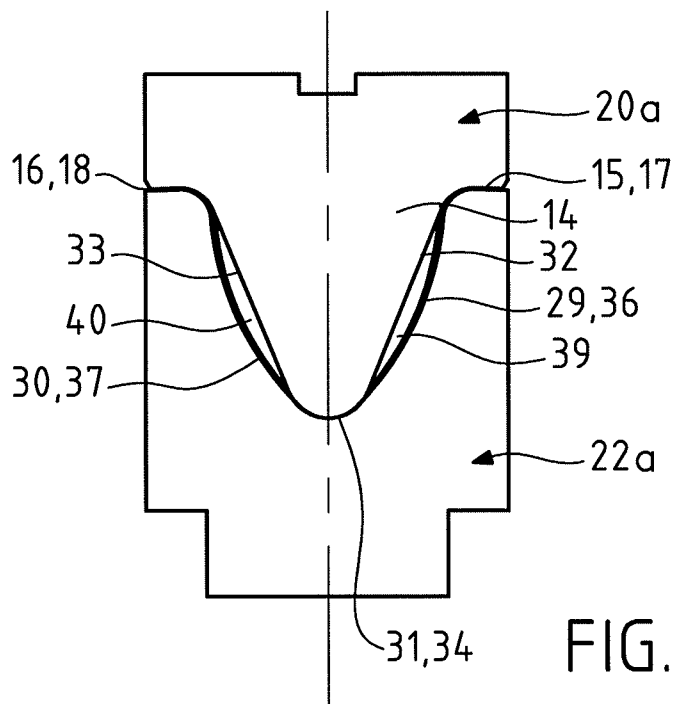


FIG.11

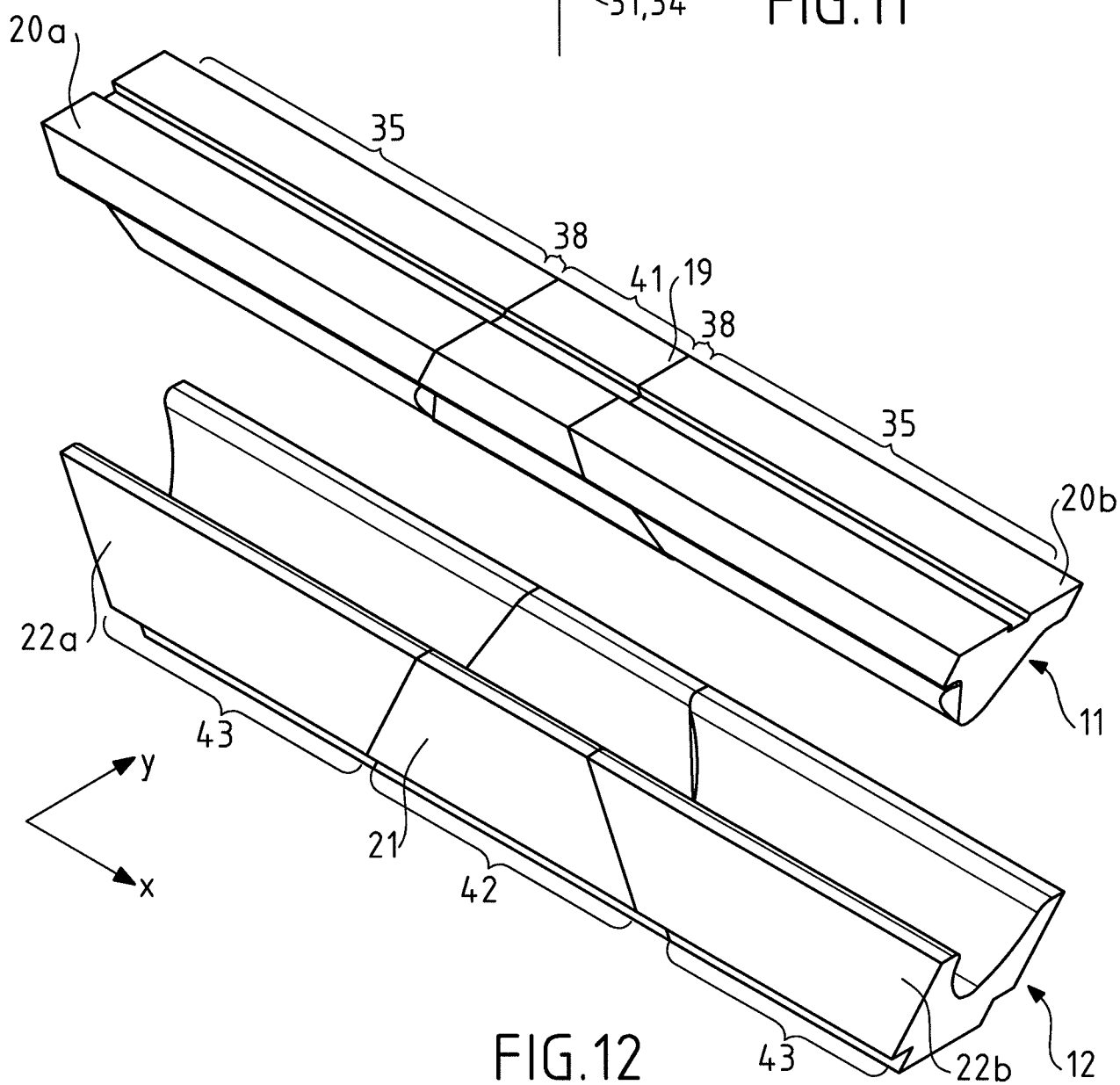
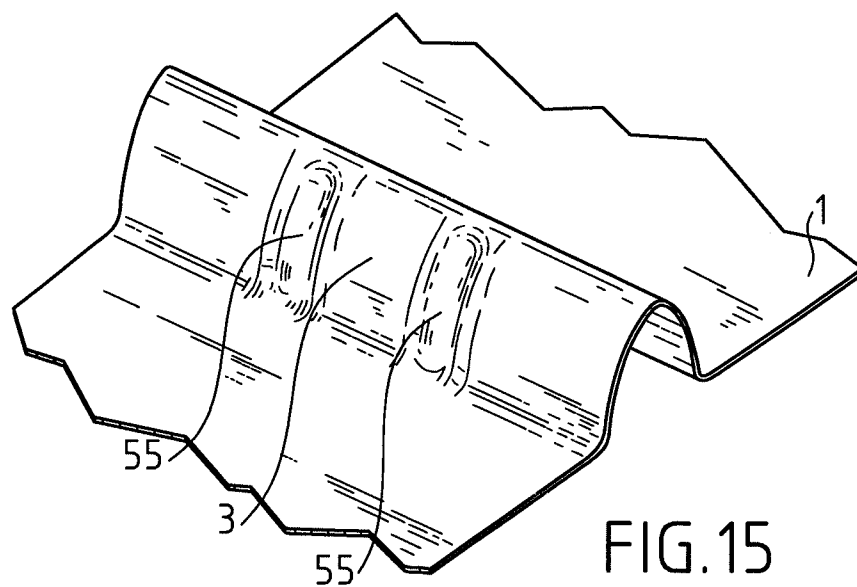
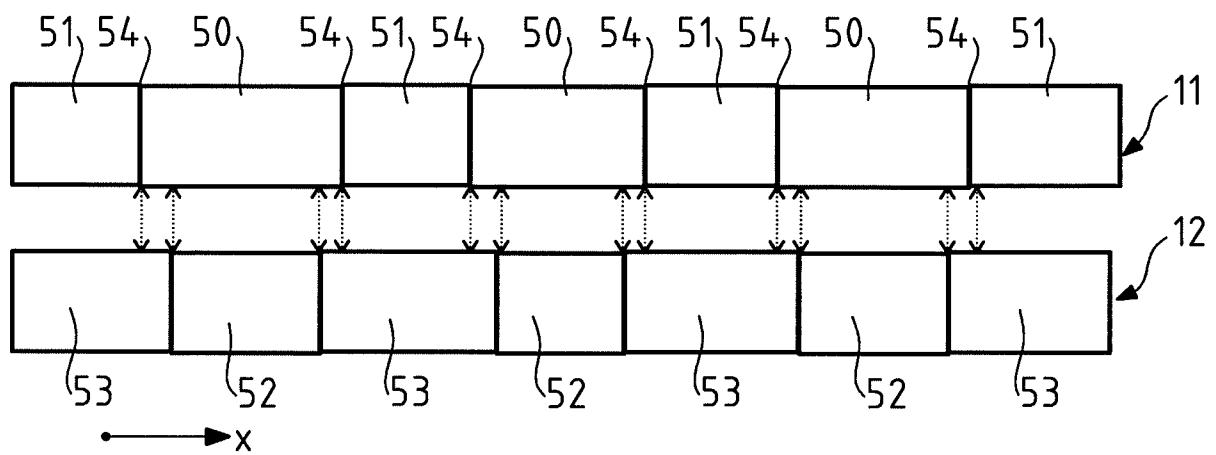
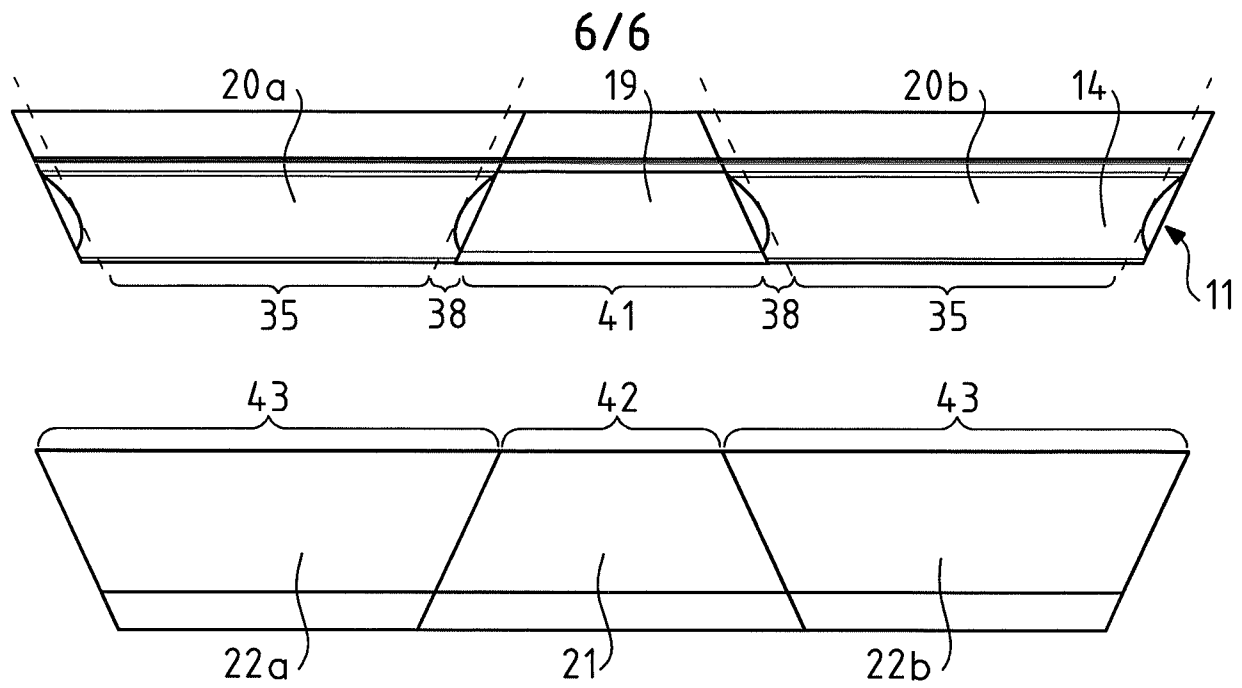


FIG.12



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2017/053606

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B21D5/02 B21D13/02 B21D51/24  
ADD. F17C1/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B21D F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                            | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2016/034782 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 10 March 2016 (2016-03-10)<br>cited in the application<br>pages 21,22; figures 10-12<br>----- | 1-11                  |
| A         | US 1 534 299 A (CONNERY WILLIAM M)<br>21 April 1925 (1925-04-21)<br>figures<br>-----                                                          | 1-11                  |
| A         | US 2007/005176 A1 (YAMAZAKI TSUNEHICO [JP]<br>ET AL) 4 January 2007 (2007-01-04)<br>figures<br>-----                                          | 1-11                  |
| A         | KR 2010 0091753 A (SAMSUNG HEAVY IND [KR])<br>19 August 2010 (2010-08-19)<br>figures<br>-----                                                 | 1-11                  |
|           | -/-                                                                                                                                           |                       |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 March 2018

Date of mailing of the international search report

09/03/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Knecht, Frank

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/053606

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages          | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP S59 61527 A (NIPPON KOKAN KK)<br>7 April 1984 (1984-04-07)<br>abstract; figures<br>----- | 1-11                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/053606

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)                                                                  | Publication<br>date                                                |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| WO 2016034782 A1                          | 10-03-2016          | CN 107073540 A<br>EP 3194089 A1<br>KR 20170047330 A<br>US 2017252790 A1<br>WO 2016034782 A1 | 18-08-2017<br>26-07-2017<br>04-05-2017<br>07-09-2017<br>10-03-2016 |
| US 1534299 A                              | 21-04-1925          | NONE                                                                                        |                                                                    |
| US 2007005176 A1                          | 04-01-2007          | JP 2006122959 A<br>US 2007005176 A1                                                         | 18-05-2006<br>04-01-2007                                           |
| KR 20100091753 A                          | 19-08-2010          | NONE                                                                                        |                                                                    |
| JP S5961527 A                             | 07-04-1984          | JP S5961527 A<br>JP S6342524 B2                                                             | 07-04-1984<br>24-08-1988                                           |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/053606

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. B21D5/02      B21D13/02      B21D51/24<br>ADD. F17C1/12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>B21D F17C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| Catégorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                           | no. des revendications visées                                                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WO 2016/034782 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 10 mars 2016 (2016-03-10)<br>cité dans la demande<br>pages 21,22; figures 10-12<br>----- | 1-11                                                                                                                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US 1 534 299 A (CONNERY WILLIAM M)<br>21 avril 1925 (1925-04-21)<br>figures<br>-----                                                     | 1-11                                                                                                                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US 2007/005176 A1 (YAMAZAKI TSUNEHICO [JP] ET AL) 4 janvier 2007 (2007-01-04)<br>figures<br>-----                                        | 1-11                                                                                                                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | KR 2010 0091753 A (SAMSUNG HEAVY IND [KR])<br>19 août 2010 (2010-08-19)<br>figures<br>-----                                              | 1-11                                                                                                                                        |
| -/-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div> |                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">1 mars 2018</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                          | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">09/03/2018</div> |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                          | Fonctionnaire autorisé<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Knecht, Frank</div>                                        |

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |                                                                                                        |                               |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Catégorie*                                      | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents         | no. des revendications visées |
| A                                               | <p>JP S59 61527 A (NIPPON KOKAN KK)<br/> 7 avril 1984 (1984-04-07)<br/> abrégé; figures<br/> -----</p> | 1-11                          |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/053606

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 2016034782 A1                                | 10-03-2016             | CN 107073540 A                          | 18-08-2017             |
|                                                 |                        | EP 3194089 A1                           | 26-07-2017             |
|                                                 |                        | KR 20170047330 A                        | 04-05-2017             |
|                                                 |                        | US 2017252790 A1                        | 07-09-2017             |
|                                                 |                        | WO 2016034782 A1                        | 10-03-2016             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| US 1534299 A                                    | 21-04-1925             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| US 2007005176 A1                                | 04-01-2007             | JP 2006122959 A                         | 18-05-2006             |
|                                                 |                        | US 2007005176 A1                        | 04-01-2007             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| KR 20100091753 A                                | 19-08-2010             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| JP S5961527 A                                   | 07-04-1984             | JP S5961527 A                           | 07-04-1984             |
|                                                 |                        | JP S6342524 B2                          | 24-08-1988             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |