

(19)



(11)

EP 3 377 241 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.06.2019 Bulletin 2019/23

(51) Int Cl.:
B21D 11/10 (2006.01) **B21D 11/20** (2006.01)
B21D 13/10 (2006.01) **B21D 47/00** (2006.01)
F17C 3/06 (2006.01) **B21D 13/02** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16819128.6**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2016/053035

(22) Date de dépôt: **21.11.2016**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/085435 (26.05.2017 Gazette 2017/21)

(54) FORMAGE D'UN COUDE DANS UNE ONDULATION

HERSTELLUNG EINER BIEGUNG IN EINER WELLUNG

FORMING A BEND IN A CORRUGATION

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

(30) Priorité: **19.11.2015 FR 1561137**

(43) Date de publication de la demande:
26.09.2018 Bulletin 2018/39

(73) Titulaire: **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

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

• **CONEJERO, Thomas
78280 Guyancourt (FR)**
• **GOSLIS, Frédéric
78270 Mousseaux Sur Seine (FR)**
• **NOTA, Cyril
78470 Saint Remy Les Chevreuse (FR)**

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

(56) Documents cités:
**WO-A1-2013/010293 FR-A- 879 977
KR-A- 20100 034 795**

EP 3 377 241 B1

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

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un dispositif et un procédé de formage pour tôle destiné à former un coude dans une ondulation. Un tel dispositif et un tel procédé sont par exemple divulgués dans le document KR-A-2010034795.

[0002] L'invention se rapporte au domaine du formage des feuilles métallique ou tôles, et plus particulièrement au travail d'une tôle qui présente une ou plusieurs ondulations devant être coudées, c'est-à-dire un ondulation dont on veut changer au moins partiellement l'orientation longitudinale.

Arrière-plan technologique

[0003] Une tôle présentant des portions planes et des ondulations saillantes agencées entre les portions planes sont couramment utilisées pour la réalisation de membranes étanches devant subir des écarts de température élevées au cours de leur exploitation. De telles ondulations sont couramment formées par pliage selon des orientations rectilignes, par exemple sous la forme de deux séries d'ondulations sécantes s'étendant respectivement dans la direction de longueur et la direction de largeur d'une tôle rectangulaire.

[0004] Afin de réaliser un assemblage étanche entre deux tôles présentant des ondulations, il est nécessaire que les positions des ondulations respectives de chacune de deux tôles coïncident précisément le long du bord d'assemblage. Pour cette raison ou pour réaliser certaines géométries particulières, il existe le besoin de former des ondulations dont l'orientation présente des changements ou coudes, par exemple pour réaliser une ondulation continue courant sur toute la périphérie de la paroi de fond d'un réservoir cylindrique.

[0005] Pour former une tôle présentant une ondulation coudée, on connaît des méthodes d'emboutissage, par exemple par KR-A-2010034795.

[0006] WO-A-2013010293 décrit un outil pour former une tôle ondulée, dans laquelle une ondulation présente une portion principale rectiligne et deux portions d'extrémité, et dans laquelle les portions d'extrémité présentent un angle d'inclinaison différent de la portion principale.

[0007] FR-A-879977 décrit un dispositif pour couder une pièce profilée creuse de grande longueur.

Résumé

[0008] Une idée à la base de l'invention est de former une tôle présentant une ondulation coudée et qui se prête à la réalisation d'assemblages étanches de haute qualité. Pour cela, il existe le besoin de procédés et d'appareils permettant de former une ondulation coudée sans affecter la planéité des portions planes de la tôle. Il existe aussi le besoin de procédés et d'appareils permettant de

couder une ondulation sans affecter la forme de section transversale de l'ondulation. Il existe également le besoin de procédés et d'appareils permettant de couder une ondulation en minimisant les effets sur l'épaisseur de la tôle et son uniformité.

[0009] Pour cela, l'invention fournit un procédé de formage pour tôle destiné à former un coude dans une ondulation, le procédé comportant :

disposer une plaque de tôle sur un bâti inférieur présentant une surface de support plane et une contre-forme saillante disposée sur la surface de support, la contre-forme saillante présentant une portion fixe et une portion mobile articulée par rapport à la portion fixe autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support, la plaque de tôle présentant des portions planes reçues sur la surface de support et une ondulation disposée entre les portions planes, saillante par rapport aux portions planes et dans laquelle la contre-forme saillante est logée, descendre un bâti supérieur disposé au-dessus du bâti inférieur au moyen d'une presse en direction du bâti inférieur, le bâti supérieur portant une matrice supérieure creuse agencée au-dessus de la portion mobile de la contre-forme saillante, la matrice supérieure comportant une demi-matrice côté intérieur qui présente une surface inférieure plane parallèle à la surface de support et une surface latérale d'empreinte intérieure destinée à délimiter un flanc de l'ondulation situé à l'intérieur du coude, la surface latérale d'empreinte intérieure présentant un axe longitudinal parallèle à la surface de support plane, et une demi-matrice côté extérieur qui présente une surface inférieure plane parallèle à la surface de support et une surface latérale d'empreinte extérieure destinée à délimiter un flanc de l'ondulation situé à l'extérieur du coude, la surface latérale d'empreinte extérieure présentant un axe longitudinal parallèle à l'axe longitudinal de la surface latérale d'empreinte intérieure, la matrice supérieure creuse étant orientée par rapport au bâti inférieur de sorte que l'axe longitudinal des surfaces latérales d'empreinte intérieure et extérieure forme un angle de coudage par rapport à la portion fixe de la contre-forme saillante et, au cours du mouvement de descente du bâti supérieur :

mettre en contact la surface latérale d'empreinte extérieure, d'abord par son bord inférieur, avec le haut d'un flanc extérieur de l'ondulation, glisser la surface latérale d'empreinte extérieure de haut en bas contre le flanc extérieur de l'ondulation, de manière à pousser le flanc extérieur de l'ondulation dans la direction de coudage, à faire tourner la portion mobile vers une position finale alignée avec l'axe longitudinal de la surface latérale d'empreinte extérieure, et à pousser ainsi le flanc intérieur de l'ondulation dans

la direction de cou dage,
dans lequel une déformation de l'ondulation
s'opère avec un contact glissant contre la por-
tion mobile, de sorte que la plaque de tôle est
déroulée derrière le flanc extérieur et enroulée
devant le flanc intérieur de la portion mobile.

[0010] Selon un mode de réalisation, on serre les por-
tions planes de la plaque de tôle contre la surface de
support au moyen de serre-flancs.

[0011] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit
un dispositif de formage pour tôle destiné à former un
coude dans une ondulation, le dispositif de formage
comportant :

un bâti inférieur présentant une surface de support
plane destinée à recevoir une plaque de tôle présen-
tant une ondulation devant être cou dée, l'ondulation
devant être cou dée étant saillante par rapport à une
portion plane de la plaque de tôle, une contre-forme
saillante disposée sur la surface de support et des-
tinée à être logée dans l'ondulation devant être cou-
dée,
dans lequel la contre-forme saillante présente une
portion fixe et une portion mobile articulée par rap-
port à la portion fixe autour d'un axe perpendiculaire
à la surface de support,
un bâti supérieur disposé au-dessus du bâti inférieur,
une presse configurée pour descendre le bâti supé-
rieur en direction du bâti inférieur, et
une matrice supérieure creuse portée par le bâti su-
périeur entre le bâti supérieur et le bâti inférieur, la
matrice supérieure creuse étant agencée au-dessus
de la portion mobile de la contre-forme saillante, la
matrice supérieure comportant :

une demi-matrice côté intérieur qui présente
une surface inférieure plane parallèle à la sur-
face de support et une surface latérale d'em-
preinte intérieure destinée à délimiter un flanc
de l'ondulation situé à l'intérieur du coude, la
surface latérale d'empreinte intérieure présen-
tant un axe longitudinal parallèle à la surface de
support plane et,
une demi-matrice côté extérieur qui présente
une surface inférieure plane parallèle à la sur-
face de support et une surface latérale d'em-
preinte extérieure destinée à délimiter un flanc
de l'ondulation situé à l'extérieur du coude, la
surface latérale d'empreinte extérieure présen-
tant un axe longitudinal parallèle à l'axe longitu-
dinal de la surface latérale d'empreinte intérieure,
la matrice supérieure creuse étant orientée ou
orientable par rapport au bâti inférieur de sorte
que les axes longitudinaux des surfaces laté-
rales d'empreinte intérieure et extérieure forment
un angle de cou dage par rapport à la portion fixe

de la contre-forme saillante, et
la matrice supérieure creuse, notamment la de-
mi-matrice côté extérieur de la matrice supérieu-
re creuse, étant couplée au bâti supérieur pour
transmettre l'effort de la presse en direction du
bâti inférieur.

[0012] Grâce à ces caractéristiques, lors d'un mouve-
ment de descente du bâti supérieur en direction du bâti
inférieur sous l'effet de la presse, à partir d'un état initial
dans lequel une plaque de tôle est posée sur la surface
de support plane et la contre-forme saillante est logée
dans l'ondulation devant être cou dée, la portion mobile
de la contre-forme saillante présente une position initiale,
et la matrice supérieure creuse est orientée par rapport
au bâti supérieur de sorte que l'axe longitudinal des sur-
faces latérales d'empreinte forme un angle de cou dage
par rapport à la portion mobile de la contre-forme saillante
dans la position initiale, il est possible d'obtenir le fonc-
tionnement suivant :

un bord inférieur de la demi-matrice côté extérieur entre
en contact avec une portion de sommet de l'ondulation
devant être cou dée et la surface latérale d'empreinte de
la demi-matrice côté extérieur glisse contre un flanc ex-
térieur de l'ondulation devant être cou dée pour appuyer
le flanc extérieur de l'ondulation devant être cou dée contre
le flanc extérieur de la portion mobile, depuis le som-
met jusqu'au pied de l'ondulation, de manière à confor-
mer le flanc extérieur de l'ondulation devant être cou dée
au flanc extérieur de la portion mobile et simultanément,
à faire tourner la portion mobile depuis la position initiale
jusqu'à une position finale alignée aux surfaces latérales
d'empreinte des deux demi-matrices de la matrice supé-
rieure creuse,
de sorte que, dans un état final, une portion longitudinale
de l'ondulation devant être cou dée se trouve prise en
sandwich entre la portion mobile de la contre-forme
saillante et la matrice supérieure creuse et se trouve cou-
dée d'un angle égal audit angle de cou dage par rapport
à l'état initial.

[0013] Selon des modes de réalisation avantageux, un
tel dispositif peut présenter une ou plusieurs des carac-
téristiques suivantes :

Dans un mode de réalisation, la demi-matrice côté inté-
rieur est montée coulissante par rapport au bâti supé-
rieur, de manière à pouvoir coulisser selon un axe paral-
lèle à la direction d'actionnement de la presse entre une
position déployée dans laquelle la demi-matrice côté inté-
rieur est décalée vers la surface de support par rapport
à la demi-matrice côté extérieur et une position escamo-
tée dans laquelle la demi-matrice côté intérieur est ali-
gnée à la demi-matrice côté extérieur, la demi-matrice
côté intérieur étant apte à coulisser depuis la position
déployée vers la position escamotée au contact du bâti
inférieur à mesure de la descente du bâti supérieur vers
le bâti inférieur sous l'effet de la presse.

[0014] Dans ce mode de réalisation, la demi-matrice
côté intérieur peut être placée initialement dans la posi-

tion déployée. Dans ce cas, la demi-matrice côté intérieur dans la position déployée entre d'abord en contact avec la plaque de tôle à distance d'un flan intérieur de l'ondulation devant être coudée, puis la demi-matrice côté intérieur coulisse vers la position escamotée à mesure de la descente du bâti supérieur vers le bâti inférieur.

[0015] Dans un mode de réalisation, le dispositif comporte en outre deux serre-flancs portés par le bâti supérieur de part et d'autre de la matrice supérieure creuse et agencés entre le bâti supérieur et le bâti inférieur, chaque serre-flanc étant monté coulissant sur le bâti supérieur selon un axe parallèle à la direction d'actionnement de la presse, chaque serre-flanc comportant une surface inférieure plane parallèle à la surface de support du bâti inférieur, le dispositif comportant en outre des ressorts de rappel interposés entre le bâti supérieur et les serre-flancs pour rappeler élastiquement les serre-flancs vers une position déployée en direction du bâti inférieur.

[0016] Grâce à ces caractéristiques, les portions planes de la tôle peuvent être maintenues dans un état plan entre la surface de support et la surface inférieure des serre-flancs pendant le formage de l'ondulation coudée.

[0017] Dans un mode de réalisation, un premier des serre-flancs, qui est adjacent à la demi-matrice côté intérieur, est en prise avec la demi-matrice côté intérieur pour maintenir la surface inférieure de la demi-matrice côté intérieur alignée avec la surface inférieure du premier serre-flanc et rappeler élastiquement la demi-matrice côté intérieur vers la position déployée de la demi-matrice côté intérieur sous l'effet des ressorts de rappel.

[0018] Alternativement ou en combinaison, un ressort peut être agencé directement entre le bâti supérieur et la demi-matrice côté intérieur pour rappeler élastiquement la demi-matrice côté intérieur vers la position déployée.

[0019] Différentes technologies sont utilisables pour réaliser les ressorts de rappel. Dans un mode de réalisation, les ressorts de rappel sont des vérins à gaz. Des avantages des vérins à gaz sont notamment la puissance élevée, le faible encombrement, la simplicité d'utilisation et le relativement faible coût.

[0020] Dans un mode de réalisation, le dispositif comporte en outre un bloc de guidage agencé entre le bâti supérieur et le bâti inférieur et monté pivotant sur le bâti supérieur autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support, la matrice supérieure creuse étant montée sur le bloc de guidage de sorte que l'angle de coudage peut être réglé par pivotement du bloc de guidage par rapport au bâti supérieur.

[0021] Ainsi, le pivotement du bloc de guidage permet de choisir la valeur de l'angle de coudage. Dans un mode de réalisation, le dispositif comporte en outre un cadran gradué en unités de mesure angulaires porté par l'un du bloc de guidage et du bâti supérieur pour indiquer visuellement la valeur de l'angle de coudage.

[0022] Dans un mode de réalisation, une plage de pivotement du bloc de guidage englobe des angles de coudage situés de part et d'autre d'une orientation neutre

alignée avec la portion fixe de la contre-forme, et chacune des deux demi-matrices est coulissante par rapport au bloc de guidage, de manière à pouvoir coulisser entre une position déployée et une position escamotée selon un axe parallèle à la direction d'actionnement de la presse, chacune des deux demi-matrices pouvant servir de demi-matrice côté intérieur selon le sens de l'angle de coudage par rapport à l'orientation neutre.

[0023] Ainsi, le dispositif permet de couder l'ondulation vers la droite ou vers la gauche, selon le réglage du bloc de guidage par rapport à l'orientation neutre.

[0024] Dans un mode de réalisation, le bloc de guidage comporte en outre des attaches amovibles pour retenir sélectivement chacune des deux demi-matrices dans la position escamotée. Ainsi la demi-matrice côté extérieur peut être retenue dans la position escamotée pendant le formage de l'ondulation coudée. Différentes techniques peuvent être employées pour réaliser de telles attaches amovibles, par exemple sous la forme de poussoirs élastiques, clavettes, crémaillères, cliquets, vis, etc.

[0025] Dans un mode de réalisation, chacun des deux serre-flancs est agencé de manière entrer en prise avec la demi-matrice adjacente audit serre-flanc lorsque, en fonction de l'orientation du bloc de guidage, la demi-matrice adjacente audit serre-flanc est la demi-matrice côté intérieur, de sorte que, pour les deux sens de l'angle de coudage par rapport à l'orientation neutre, la surface inférieure de la demi-matrice côté intérieur est maintenue alignée avec la surface inférieure du serre-flanc adjacent et la demi-matrice côté intérieur est rappelée élastiquement vers la position déployée sous l'effet des ressorts de rappel.

[0026] Ainsi, le dispositif peut fonctionner de manière similaire pour couder l'ondulation vers la droite ou vers la gauche, ce qui facilite son utilisation.

[0027] Dans un mode de réalisation, le dispositif comporte en outre une barre de liaison s'étendant transversalement à et au-dessus de la portion fixe de la contre-forme et reliant rigidement les deux serre-flancs l'un à l'autre. Ainsi, la stabilité des serre-flancs peut être optimisée. De préférence, les deux serre-flancs et la barre de liaison sont réalisés d'une seule pièce.

[0028] Afin de conserver le profil transversal de l'ondulation pendant le formage de l'ondulation coudée, plusieurs caractéristiques décrites ci-dessous peuvent être utilisées.

[0029] Dans un mode de réalisation, la portion mobile de la contre-forme présente une forme de section transversale conforme à un profil transversal de l'ondulation devant être coudée, la surface latérale d'empreinte intérieure présentant un profil conforme à un premier demi profil transversal de l'ondulation devant être coudée et la surface latérale d'empreinte extérieure présentant un profil conforme à un second demi profil transversal de l'ondulation devant être coudée.

[0030] Dans un mode de réalisation, le dispositif comporte en outre un arbre monté pivotant dans le bâti inférieur autour d'un axe perpendiculaire à la surface de sup-

port plane du bâti inférieur, l'arbre présentant une surface de bout circulaire alignée avec la surface de support plane,

la portion mobile de la contre-forme présentant une première portion de longueur fixée sur la surface de bout de l'arbre selon un rayon de la surface de bout circulaire et une deuxième portion de longueur s'étendant sur la surface de support plane dans le prolongement de la première portion de longueur et en contact glissant avec la surface de support plane,

la portion fixe de la contre-forme étant orientée selon une direction coupant le centre de la surface de bout, la portion fixe de la contre-forme présentant une première portion de longueur fixée sur la surface de support plane et une deuxième portion de longueur s'étendant sur la surface de bout de l'arbre dans le prolongement de la première portion de longueur et en contact glissant avec la surface de bout.

[0031] Dans un mode de réalisation, la première portion de longueur de la portion mobile de la contre-forme et la deuxième portion de longueur de la portion fixe de la contre-forme s'étendent chacune en direction du centre de la surface de bout sans atteindre le centre de la surface de bout, la surface de bout portant en outre une plaque d'onde centrale agencée entre la portion mobile et la portion fixe de la contre-forme, la plaque d'onde centrale étant montée pivotante sur la surface de bout coaxialement avec l'arbre, la plaque d'onde centrale présentant une section transversale de dimensions légèrement inférieures à la section transversale de la portion mobile de la contre-forme.

[0032] Dans un mode de réalisation, le dispositif comporte en outre une plaque d'onde flottante présentant la même forme de section transversale que la plaque d'onde centrale et agencée entre la plaque d'onde centrale et l'une parmi la portion mobile et la portion fixe de la contre-forme, la plaque d'onde flottante étant liée à ladite une parmi la portion mobile et la portion fixe avec un degré de liberté en translation selon l'axe de ladite une parmi la portion mobile et la portion fixe et avec un degré de liberté en pivotement autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support.

[0033] Dans un mode de réalisation, la contre-forme saillante présente en outre une troisième portion articulée par rapport à la portion mobile autour d'un deuxième axe perpendiculaire à la surface de support, le dispositif comportant en outre un deuxième bâti supérieur disposé au-dessus du bâti inférieur et destiné à être actionné en direction du bâti inférieur par une presse, une deuxième matrice supérieure creuse portée par le deuxième bâti supérieur entre le deuxième bâti supérieur et le bâti inférieur, la deuxième matrice supérieure creuse étant agencée au-dessus de la troisième portion de la contre-forme saillante.

[0034] Dans ce cas, le premier bâti supérieur et le deuxième bâti supérieur du dispositif de formage peuvent être agencés sous la presse pour être descendus simultanément en direction du bâti inférieur afin de fabriquer

deux coudes en un seul coup de presse.

[0035] L'invention fournit aussi une utilisation du dispositif de formage précité, dans laquelle :

dans un état initial, une plaque de tôle est posée sur la surface de support plane et la contre-forme saillante est logée dans l'ondulation devant être coudée, la portion mobile de la contre-forme saillante présente une position initiale, et la matrice supérieure creuse est orientée par rapport au bâti supérieur de sorte que l'axe longitudinal des surfaces latérales d'empreinte forme un angle de coudage par rapport à la portion mobile de la contre-forme saillante dans la position initiale, puis, lors d'un mouvement de descente du bâti supérieur en direction du bâti inférieur sous l'effet de la presse :

le cas échéant, la demi-matrice côté intérieur dans la position déployée entre d'abord en contact avec la plaque de tôle à distance d'un flan intérieur de l'ondulation devant être coudée, puis la demi-matrice côté intérieur coulisse vers la position escamotée à mesure de la descente du bâti supérieur vers le bâti inférieur

un bord inférieur de la demi-matrice côté extérieur entre en contact avec une portion de sommet de l'ondulation devant être coudée et la surface latérale d'empreinte de la demi-matrice côté extérieur glisse contre un flanc extérieur de l'ondulation devant être coudée pour appuyer le flanc extérieur de l'ondulation devant être coudée contre le flanc extérieur de la portion mobile, depuis le sommet jusqu'au pied de l'ondulation, de manière à conformer le flanc extérieur de l'ondulation devant être coudée au flanc extérieur de la portion mobile et simultanément, à faire tourner la portion mobile depuis la position initiale jusqu'à une position finale alignée aux surfaces latérales d'empreinte des deux demi-matrices de la matrice supérieure creuse,

dans un état final, une portion longitudinale de l'ondulation devant être coudée se trouve prise en sandwich entre la portion mobile de la contre-forme saillante et la matrice supérieure creuse et se trouve coudée d'un angle égal audit angle de coudage par rapport à l'état initial.

[0036] Dans un mode de réalisation, la position initiale de la portion mobile de la contre-forme saillante est alignée à la portion fixe, l'ondulation devant être coudée présentant une forme rectiligne dans l'état initial.

[0037] Dans un mode de réalisation, la position initiale de la portion mobile de la contre-forme saillante est tournée d'un angle initial par rapport à la portion fixe, l'ondulation devant être coudée présentant une forme coudée de l'angle initial dans l'état initial et une forme coudée d'un angle égal à la somme de l'angle initial et l'angle de coudage dans l'état final.

[0038] Un tel dispositif peut donc être aussi utilisé pour couder une ondulation en plusieurs passages successifs avec un angle de coudage augmenté à chaque passage.

Brève description des figures

[0039] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- La figure 1 est une vue générale en perspective d'un dispositif de formage selon un mode de réalisation de l'invention, dans une position ouverte,
- La figure 2 est une vue de dessus de la partie inférieure du dispositif de la Figure 1, selon l'axe II-II de la Figure 6,
- La figure 3 est une vue en coupe de la partie inférieure du dispositif de la Figure 1 selon l'axe III-III de la Figure 6,
- La figure 4 est une vue partielle agrandie en coupe selon l'axe IV-IV de la Figure 3,
- La figure 5 est une vue en perspective éclatée d'une plaque d'onde flottante de la partie inférieure du dispositif de la Figure 1,
- La figure 6 est une vue de face du dispositif de la Figure 1,
- La figure 7 est une vue en coupe du dispositif de la Figure 1 selon l'axe VII-VII de la Figure 12,
- La figure 8 est une vue en coupe du bloc de guidage selon l'axe VIII-VIII de la Figure 7, le dispositif étant cependant dans la position ouverte de la figure 1
- La figure 9 est une vue en coupe d'une glissière de serre-flanc selon l'axe IX-IX de la Figure 1,
- La figure 10 est une vue générale en perspective d'un dispositif de formage de la Figure 1, dans la position ouverte, en présence d'une tôle présentant une ondulation initialement rectiligne engagée sur la contre-forme,
- La figure 11 est une vue analogue à la figure 10 dans une position de contact des serre-flancs, correspondant à une étape ultérieure de l'actionnement de la presse,
- La figure 12 est une vue de face du dispositif de la Figure 1 dans un état fermé, correspondant à une étape ultérieure de l'actionnement de la presse,
- La figure 13 est une vue générale en perspective de la tôle de la figure 10 prête à être sortie du dis-

positif à l'issue du formage de l'ondulation coudée.

- La figure 14 est une vue de dessus de la partie inférieure d'un dispositif de formage selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.
- La figure 15 est une vue de dessus de la partie inférieure d'un dispositif de formage selon un troisième mode de réalisation de l'invention.
- La figure 16 est une vue de dessus d'un dispositif de formage selon une variante du deuxième mode de réalisation.

Description détaillée de modes de réalisation

[0040] On décrit ci-dessous un dispositif de formage pour tôle destiné à former un coude dans une ondulation d'une tôle. Le formage de la ou des ondulations dans la tôle doit être réalisé préalablement à l'emploi de ce dispositif de formage, qui vise à couder une ondulation préexistante. L'ondulation préexistante peut être obtenue par des méthodes de pliage connues, notamment selon une géométrie rectiligne.

[0041] Les figures 1 et 6 fournissent une vue d'ensemble du dispositif de formage, qui consiste en une partie supérieure 1 et une partie inférieure 2, qui sont représentées dans la position ouverte du dispositif et qui sont destinées à être actionnées l'une vers l'autre au moyen d'une presse non représentée, par exemple une presse à actionnement hydraulique, dans la direction indiquée par la flèche P des figures 6 et 12. La direction indiquée par la flèche P sera nommée direction verticale par convention, indépendamment de son orientation réelle dans le champ de gravité. La presse non représentée actionne le dispositif de formage depuis la position ouverte des figures 1 et 6 jusqu'à la position fermée de la figure 12 et réciproquement.

[0042] La puissance de la presse nécessaire pour réaliser cet actionnement dépend de la nature et de l'épaisseur de la tôle devant être travaillée. Pour une tôle d'acier inoxydable épaisse de 1,2mm une presse de 10 tonnes par coudage peut être utilisée.

[0043] En référence aux figures 2 et 3, on décrit maintenant plus précisément la partie inférieure 2, qui consiste essentiellement en un bâti inférieur 4 et une contre-forme 5 qui est articulée.

[0044] Le bâti inférieur 4 est une plaque plane de forte épaisseur présentant une surface supérieure plane 6 destinée à recevoir la tôle devant être travaillée, en particulier les parties planes de celle-ci. La tôle devant être travaillée est représentée sur les figures 10, 11 et 13 au chiffre 70.

[0045] La contre-forme 5 est montée saillante sur la surface supérieure plane 6 et comporte principalement une portion fixe 7 de forme rectiligne et une portion mobile 8 de forme rectiligne également. La forme en section de la portion mobile 8 est sensiblement identique au profil

intérieur de l'ondulation devant être coudée, à savoir ici avec deux côtés semi-elliptiques 9 symétriques par rapport au plan vertical III-III de la figure 6, et une zone de sommet 10 de plus forte courbure. Ainsi, la portion mobile 8 occupe sensiblement tout l'espace intérieur de l'ondulation dans laquelle elle est engagée.

[0046] La portion fixe 7 présente la même largeur dans sa partie basse mais une moindre hauteur et n'occupe donc pas tout l'espace intérieur de l'ondulation dans laquelle elle est engagée. Toutefois, étant donné que la portion de longueur de l'ondulation qui reçoit la portion fixe 7 n'est pas fortement sollicitée pendant l'actionnement de la presse, la forme en section de la portion fixe 7 n'est pas critique et peut être conçue de différentes manières. La portion fixe 7 est fixée sur la surface supérieure plane 6 au moyen de vis non représentées et de goupilles 11 engagées dans des perçages de la portion fixe 7 et du bâti inférieur 4 sous-jacent.

[0047] La portion mobile 8 est montée sur un arbre 12 en forme de disque qui est logé pivotant dans un palier cylindrique 13 percé dans le centre du bâti inférieur 4. Une portion de longueur 14 de la portion fixe 7 s'étend en porte-à-faux sur la surface de bout 15 de arbre 12 et est en contact glissant avec celle-ci. L'extrémité 16 de la portion de longueur 14 présente une forme en section sensiblement identique à la portion mobile 8.

[0048] La portion mobile 8 est fixée sur la surface de bout 15 de l'arbre 12 à une position sensiblement opposée à l'extrémité 16 de la portion fixe 7, au moyen d'une paire de vis à tête large 17 engagées verticalement dans une paire de perçages 18 de l'arbre 12 et vissées dans une paire de trous taraudés 19 de la portion mobile 8. Une grande portion de longueur 20 de la portion mobile 8 s'étend en porte-à-faux sur la surface de support plane 6 et est en contact glissant avec celle-ci, de sorte que la portion mobile 8 peut pivoter sur une certaine plage angulaire de part et d'autre de la position neutre illustrée sur la figure 2 autour d'un axe vertical. Cette plage angulaire couvre au moins la plage de pivotement du bloc de guidage 35 qui sera décrit plus bas, à savoir par exemple l'intervalle $[-13^\circ, +13^\circ]$ représenté par la flèche 57.

[0049] Entre l'extrémité 16 de la portion fixe 7 et l'extrémité 21 adjacente de la portion mobile 8, la contre-forme 5 comporte encore trois plaques d'onde 22, 23, 24 présentant quasiment la même forme en section que la portion mobile 8. Plus précisément, comme mieux visible sur la Figure 4, la forme en section des trois plaques d'onde 22, 23, 24 présente des dimensions légèrement inférieures à la section de la portion mobile 8, et donc au profil intérieur de l'ondulation, afin de permettre un pliage de la tôle dans la zone du coude, et non un emboutissage/étrépage qui conduirait à réduire l'épaisseur de la tôle. L'écart dimensionnel entre la section des trois plaques d'onde 22, 23, 24 et le profil intérieur de l'ondulation est du même ordre de grandeur que l'épaisseur de la tôle pour un angle inférieur à 15° . Il peut être nécessaire d'augmenter cet écart dimensionnel pour former un angle de coudage plus élevé.

[0050] La plaque d'onde centrale 22 est montée pivotante sur la surface de bout 15 au moyen d'une vis épaulée 25 engagée verticalement dans un perçage 26 de l'arbre 12 et formant ainsi un axe de pivotement vertical par rapport à l'arbre 12.

[0051] Les plaques d'onde flottantes 23 et 24 sont illustrées plus particulièrement sur les figures 4 et 5. La plaque d'onde flottante 23 est liée à l'extrémité 21 de la portion mobile 8 avec un débattement en translation selon la longueur de la contre-forme, un débattement en translation latérale, et un débattement en rotation autour d'un axe vertical. Pour cela, une vis 27 est vissée dans un trou taraudé 28 ménagé longitudinalement dans l'extrémité 21. Une douille 29 présentant une tête large 31 est engagée de manière glissante autour de la vis 27. La douille 29 et la vis 27 qu'elle contient sont engagées dans un trou oblong 30 de la plaque d'onde flottante 23. La tête large 31 est logée dans un lamage 32 de la plaque d'onde flottante 23. Un ressort de compression 33 est engagé sur la douille 29 et prend appui respectivement sur une surface de la plaque d'onde flottante 23 opposée au lamage 32 et sur l'extrémité 21 de la portion mobile 8. La plaque d'onde flottante 24 est liée de la même manière à l'extrémité 16 de la portion fixe 7.

[0052] Grâce à ces débattements, les plaques d'onde 22, 23, 24 contribuent à maintenir quasiment constant le profil transversal de l'ondulation devant être coudée au cours de l'opération du dispositif de formage tout en accompagnant librement la déformation de la matière à cet endroit, puisque les plaques d'onde 22, 23, 24 se trouvent précisément dans le coude qui est finalement réalisé dans l'ondulation.

[0053] De retour à la figure 1, on va maintenant décrire la partie supérieure 1 du dispositif de formage, qui consiste principalement en un bâti supérieur 34, un bloc de guidage 35 portant des demi-matrices 36 et 37 coulissantes, et deux serre-flancs 38 montés coulissants de part et d'autre du bloc de guidage 35. Le bâti supérieur 34 est une plaque plane de forte épaisseur présentant une surface supérieure plane 39 destinée à recevoir la force de pression de la presse non représentée.

[0054] En référence aux figures 1 et 7, le bloc de guidage 35 est une chemise parallélépipédique montée pivotante sous le bâti supérieur 34 au moyen d'un axe épaulé 40 orienté perpendiculairement au bâti supérieur 34 et d'une vis 41 fixant l'axe épaulé 40 au bâti supérieur 34. Des coussinets 42 en bronze autolubrifiant sont agencés dans l'alésage recevant l'axe épaulé 40, qui est réalisé dans une paroi arrière du bloc de guidage 35.

[0055] Le pivotement du bloc de guidage 35 permet de régler la valeur de l'angle de travail du dispositif de formage. Pour cela, une rainure 43 en arc de cercle concentrique à l'axe épaulé 40 est percée dans une partie avant du bâti supérieur 34 et traversée par deux vis 44 retenant une paroi avant du bloc de guidage 35 au bâti supérieur 34. Pour régler l'angle, les vis 44 peuvent être desserrées de manière à coulisser dans la rainure 43, puis resserrées à la position angulaire souhaitée. Le bloc

de guidage 35 doit en effet être fermement verrouillé en position pendant le mouvement de fermeture de la presse. Comme visible sur la figure 1, le bloc de guidage 35 est représenté ici dans la position tournée au maximum dans un sens positif, à savoir par exemple +13° par rapport à la position neutre alignée à la portion fixe 7. Les têtes des deux vis 44 sont logées dans un lamage 88 du bâti supérieur 34.

[0056] Un cadran 45 avec des repères angulaires est fixé sur une face frontale du bloc de guidage 35 et un curseur de positionnement angulaire 46 est fixé sur une face frontale du bâti supérieur 34 pour indiquer l'angle de travail. Le cadran et le curseur de positionnement angulaire peuvent aussi être permutés.

[0057] En référence aux figures 7 et 8, les deux demi-matrices 36 et 37 qui forment la matrice supérieure creuse sont montées coulissantes dans le bloc de guidage 35. Les demi-matrices 36 et 37 sont des pièces relativement plates qui s'étendent dans la longueur du bloc de guidage 35 au-dessus de la portion mobile 8 de la contre-forme 5. Chaque demi-matrice 36, 37 comporte une surface inférieure plane 47 et une surface latérale d'empreinte 48 qui correspond au profil extérieur de l'ondulation devant être coudée et qui s'étend entre la surface inférieure plane 47 et la surface verticale de contact 49 des deux demi-matrices 36 et 37.

[0058] Les demi-matrices 36 et 37 sont montées coulissantes perpendiculairement au bâti supérieur 34 par rapport au bloc de guidage 35 et l'une par rapport à l'autre, pour pouvoir coulisser indépendamment l'une de l'autre. Trois glissières en queue d'aronde sont réalisées dans la surface verticale de contact 49 des deux demi-matrices 36 et 37 de manière à assurer une grande précision de positionnement mutuel pendant toute leurs courses de coulissement respectives. Pour la liaison au bloc de guidage 35, les surfaces verticales périphériques 50 des deux demi-matrices 36 et 37 sont en contact glissant contre des surfaces internes correspondantes 52 du bloc de guidage 35. De plus une goupille 51 est à chaque fois engagée dans une rainure verticale 53 de la demi-matrice 36, 37 à travers un perçage du bloc de guidage 35 pour buter contre une surface d'extrémité 55 de la rainure 53 dans la position déployée maximale de la demi-matrice, comme visible sur la figure 8 pour la demi-matrice 36.

[0059] Un poussoir à ressort 54 est à chaque fois monté dans le bloc de guidage 35 au droit de chaque demi-matrice 36, 37 pour pouvoir verrouiller la demi-matrice 36, 37 dans la position escamotée. Plus précisément, dans la position escamotée, le poussoir à ressort 54 s'encliquète élastiquement dans une encoche 56 de la demi-matrice 36, 37 comme visible sur la figure 8 pour la demi-matrice 37. Dans la position escamotée, une surface supérieure 58 de la demi-matrice 36, 37 est en butée contre la surface inférieure 59 du bâti supérieur 34 pour transmettre la force de poussée de la presse.

[0060] De manière non représentée, on pourra utiliser un système alternatif au poussoir à ressort 54, par exem-

ple un système de clavette ou de vissage ou de crémaillère pour régler le positionnement des demi-matrices 36, 37.

[0061] Pour le fonctionnement du dispositif de formage, seule la demi-matrice côté extérieur a besoin de coulisser par rapport au bâti supérieur 34. Le montage coulisant des deux demi-matrices 36 et 37 permet d'exploiter le dispositif décrit ici pour former des coudes dans les deux sens. Dans un dispositif simplifié destiné à former des coudes dans un seul sens prédéterminé, la demi-matrice côté intérieur pourrait être fixe.

[0062] De retour à la figure 6, on va maintenant décrire les serre-flancs 38. Les deux serre-flancs 38 sont deux barres symétriques par rapport au plan vertical III-III de la figure 6 qui s'étendent parallèlement à la portion fixe 7 de la contre-forme 5 de chaque côté de la contre-forme 5. Chaque serre-flanc 38 présente une surface inférieure plane 60 globalement rectangulaire destinée à plaquer les portions planes de la tôle sur la surface de support plane 6 pour maintenir la planéité de ces portions pendant l'actionnement de la presse.

[0063] Pour cela, les serre-flancs 38 sont montés sur des glissières verticales 61 par rapport au bâti supérieur 34. Les glissières verticales 61 sont détaillées sur les figures 7 et 9. Une glissière verticale 61 comporte une colonne de guidage 62 fixée par une vis 63 au bâti supérieur 34. L'extrémité inférieure de la colonne de guidage 62 est logée dans un alésage 64 ménagé dans le serre-flanc 38 et présente un épaulement 65 destiné à buter contre un boîtier de coussinet 66 pour définir la position déployée maximale du serre-flanc 38. Le boîtier de coussinet 66 est fixé sur la surface supérieure 67 du serre-flanc par des vis 68 et contient des coussinets 69 en bronze autolubrifiant agencés autour de la colonne de guidage 62.

[0064] Deux ressorts de rappel, réalisés ici sous la forme de vérins à gaz 80, sont agencés entre chaque serre-flanc 38 et le bâti supérieur 34, pour rappeler le serre-flanc vers la position déployée représentée sur la figures 1, 6 et 9.

[0065] Comme mieux visible sur les figures 6 et 7, une barre transversale 81 relie les parties arrière des deux serre-flancs 38 pour solidariser rigidement les deux serre-flancs 38. Les deux serre-flancs 38 et la barre transversale 81 peuvent ainsi être réalisés d'une seule pièce en forme de U. La barre transversale 81 présente une découpe 82 pour enjamber la portion fixe 7 de la contre-forme 5 sans interférer avec celle-ci dans la position fermée du dispositif de formage (Fig. 12). La découpe 82 présente une section conforme au profil extérieur de l'ondulation devant être coudée.

[0066] Sur sa surface latérale tournée vers l'intérieur, le serre-flanc 38 présente deux dégagements, à savoir un dégagement inférieur 83 et un dégagement supérieur 84 qui servent lorsque le serre-flanc 38 se trouve du côté intérieur du coude. Comme visible sur la figure 6, le dégagement inférieur 83 permet d'accueillir une portion de la demi-matrice 36 située du côté intérieur pour mettre

en prise une surface supérieure 85 de la demi-matrice 36 avec une surface supérieure 86 du dégagement inférieur 83, de manière à maintenir la demi-matrice 36 située du côté intérieur dans la position déployée, dans laquelle la surface inférieure 47 est alignée à la surface inférieure 60. Comme visible sur la figure 12, le dégagement supérieur 84 permet d'accueillir la base du bloc de guidage 35 dans la dernière partie du mouvement de la presse et à l'état fermé du dispositif de formage.

[0067] On va maintenant décrire l'utilisation du dispositif de formage en référence aux figures 10 à 13.

[0068] A la figure 10, le dispositif de formage est à l'état ouvert et une plaque de tôle 70 devant être travaillée est posée sur la partie inférieure 2. La plaque de tôle 70 est ici une plaque fond pouvant être utilisée pour réaliser la membrane étanche d'un réservoir de GNL, comme enseigné dans WO-A-2011048300. Toutefois, cet exemple n'est pas limitatif et le dispositif de formage décrit peut être employé pour travailler toute tôle présentant au moins une ondulation.

[0069] La plaque de tôle 70 dans cet exemple comporte une ondulation radiale 71 rectiligne de plus petite hauteur et trois ondulation circonférentielles 72, 73, 74 de plus grande hauteur qui coupent perpendiculairement l'ondulation radiale 71, ainsi que des portions 76 planes et coplanaires situées entre ces ondulations. Sur la figure 10, avant formage du coude, l'ondulation circonférentielle 72 est rectiligne. Sur la figure 13, à l'issue de l'opération de formage, l'ondulation circonférentielle 72 présente un coude 75 dont l'angle est égal à l'angle de réglage du bloc de guidage 35, par exemple 13°. Une portion longitudinale 77 de l'ondulation 72 a tourné de cet angle par rapport à l'état initial.

[0070] A partir de l'état ouvert de la figure 10, le dispositif de formage est fermé verticalement sous l'effet de la presse. A la figure 11, le mouvement de fermeture atteint une position de contact des serre-flancs 38 avec les portions planes 76 situées de part et d'autre de l'ondulation circonférentielle 72 devant être coudée. La demi-matrice côté intérieur 36, qui est bloquée en position déployée sous le serre-flanc 38 côté intérieur entre aussi en contact avec la plaque de tôle 70, à distance du flanc intérieur de l'ondulation 72. La demi-matrice côté extérieur 37, qui est verrouillée en position escamotée, n'est pas encore en contact avec la plaque de tôle 70, mais est positionnée au-dessus de la portion de sommet et du flanc extérieur de l'ondulation 72, en biais par rapport à celle-ci du fait de l'angle de réglage du bloc de guidage 35.

[0071] Au cours du déplacement ultérieur de la presse, le bâti supérieur 34 est abaissé vers le bâti inférieur 4 en comprimant les ressorts de rappel 80, ce qui permet d'appliquer une force de serrage croissante sur les portions planes 76 au moyen des serre-flancs 38. Simultanément, la surface latérale d'empreinte 48 de la demi-matrice côté extérieur 37 entre en contact, d'abord par son bord inférieur, avec le haut du flanc extérieur de l'ondulation 72. Au cours de la phase finale du mouvement de la presse,

jusqu'à la position fermée de la figure 12, la surface latérale d'empreinte 48 de la demi-matrice côté extérieur 37 glisse de haut en bas contre le flanc extérieur de l'ondulation 72 et contre le flanc extérieur de la portion mobile 8. L'appui de la demi-matrice côté extérieur 37 a pour effet d'une part de pousser le flanc extérieur de l'ondulation 72 dans la direction de cou dage et d'autre part de faire tourner la portion mobile 8 vers la position finale alignée avec l'orientation des demi-matrice 36 et 37, ce qui pousse également le flanc intérieur de l'ondulation 72 dans la direction de cou dage. Cette déformation de l'ondulation 72 s'opère avec un contact glissant contre la portion mobile 8, de sorte que la tôle est déroulée derrière le flanc extérieur et enroulée devant le flanc intérieur sans que l'épaisseur de la tôle ne soit modifiée et sans que les portions planes 76 adjacentes ne soient affectées.

[0072] La figure 12 représente la position du dispositif de formage à la fin du mouvement de fermeture de la presse. La demi-matrice 36 côté intérieur a rejoint la demi-matrice 37 côté extérieur dans la position escamotée. La portion mobile 8 a atteint l'orientation alignée avec les demi-matrices 36 et 37. La presse peut alors remonter la partie supérieure 1 pour ouvrir le dispositif de formage et sortir la plaque de tôle 70, dont l'ondulation 72 est maintenant coudée, comme représenté sur la figure 13.

[0073] On appréciera que, à partir de l'état coudé de la figure 13, le même fonctionnement pourrait être répété depuis la figure 10 en augmentant l'angle de pivotement du bloc de guidage 35, de manière à former progressivement un coude de plus grande courbure.

[0074] On appréciera que plusieurs dispositifs de formage similaires peuvent être montés sur une même presse pour travailler simultanément plusieurs ondulations d'une plaque de tôle.

[0075] Dans un mode de réalisation simplifié, la demi-matrice 36 côté intérieur et la demi-matrice 37 côté extérieur peuvent être fabriquées d'un seul tenant sous la forme d'une matrice supérieure intégrale. Dans ce cas, le fonctionnement est le même, hormis le fait que la demi-matrice 36 côté intérieur reste à la même hauteur que la demi-matrice 37 côté extérieur pendant tout le mouvement de la presse. Dans ce mode de réalisation, la situation représentée sur la figure 11 ne se présente donc pas, et la demi-matrice 36 côté intérieur n'entrera en contact avec la plaque de tôle 70 qu'à la fin du mouvement de presse, dans la position illustrée sur la figure 12. Pour cela, la structure des serre-flancs 38 doit aussi être légèrement modifiée pour ne pas gêner le mouvement de descente de la demi-matrice 36 côté intérieur.

[0076] En outre, les serre-flancs 38 et la matrice supérieure creuse pourraient être construits et actionnés indépendamment l'un de l'autre.

[0077] En référence aux figures 14 et 15, on va maintenant décrire des variantes du dispositif de formage permettant de réaliser successivement deux coudes sur une même ondulation.

[0078] La figure 14 est une vue de dessus de la partie

inférieure du dispositif de formage selon le deuxième mode de réalisation. Deux bâtis inférieurs 4 et 104 présentant des surfaces supérieures 6 et 106 parallèles et coplanaires sont ici prévus. Le bâti inférieur 104 est articulé au bâti inférieur 4 par une liaison pivot coaxiale à l'arbre 12 et il est solidarisé à la portion mobile 8 de la contre-forme, par exemple par des goupilles 111 analogues aux goupilles 11 déjà décrites. La liaison pivot entre les bâtis inférieurs 4 et 104 peut être réalisée de différentes manières. Elle est ici matérialisée par deux surfaces cylindriques complémentaires 101 et 102 pouvant glisser l'une sur l'autre.

[0079] De même que le bâti inférieur 4 porte l'arbre 12 pour articuler la portion mobile 8 de la contre-forme par rapport à la portion fixe 7, le bâti inférieur 104 porte à son tour un arbre 112, pouvant être réalisé de la même manière que l'arbre 12 déjà décrit, qui réalise une deuxième articulation entre la portion mobile 8 et une troisième portion 108 de la contre-forme. La troisième portion 108 de la contre-forme est ainsi pivotante par rapport au bâti supérieur 104 et sert à réaliser un deuxième coude dans l'ondulation.

[0080] La partie supérieure du dispositif de formage selon le deuxième mode de réalisation, non représentée, consiste en deux exemplaires de la partie supérieure 1 déjà décrite, à savoir une première partie supérieure montée à l'aplomb de l'arbre 12 pour former le premier coude et une deuxième partie supérieure montée à l'aplomb de l'arbre 112 pour former le deuxième coude. Pour pouvoir s'ajuster à la position de l'arbre 112, la deuxième partie supérieure est montée mobile le long d'une trajectoire en arc de cercle 99, par exemple au moyen d'un chariot suspendu à un rail.

[0081] Le fonctionnement du dispositif de formage selon le deuxième mode de réalisation va être brièvement décrit. Dans un état initial, les portions 7, 8 et 108 de la contre-forme sont alignées pour accueillir une tôle présentant une ondulation rectiligne. A l'aide d'un premier mouvement de presse actionnant la première partie supérieure, un coude est formé au niveau de l'arbre 12, comme décrit précédemment. Au cours de ce premier mouvement de presse, l'ensemble constitué de la portion mobile 8, le bâti inférieur 104 et la troisième portion 108 pivotent ensemble autour de l'axe formé par l'arbre 12. La portion mobile 8 et la troisième portion 108 sont restées alignées.

[0082] A l'aide d'un deuxième mouvement de presse actionnant la deuxième partie supérieure, un deuxième coude est formé au niveau de l'arbre 112, de la même manière. Au cours de ce deuxième mouvement de presse, il est souhaitable que la position du bâti inférieur 104 par rapport au bâti inférieur 4 soit verrouillée. Par exemple, la première partie supérieure du dispositif de formage est maintenue en position basse pour réaliser ou contribuer à ce verrouillage.

[0083] Le sens et l'angle du premier coude et du deuxième coude sont réglés indépendamment l'un de l'autre par respectivement l'orientation du bloc de guida-

ge 35 de la première partie supérieure par rapport à la portion fixe 7 de la contre-forme et l'orientation du bloc de guidage 35 de la deuxième partie supérieure par rapport à la portion mobile 8 de la contre-forme. En particulier, les deux coudes peuvent avoir des sens identiques ou opposés et des angles égaux ou différents. Deux coudes ayant des sens opposés et des angles égaux sont utiles pour décaler latéralement la trajectoire d'une ondulation sans en changer l'orientation.

[0084] La figure 15 est une vue de dessus de la partie inférieure du dispositif de formage selon le troisième mode de réalisation. Les éléments analogues ou identiques à ceux du deuxième mode de réalisation portent le même chiffre de référence. Ici, le dispositif de formage comporte toujours deux parties supérieures non représentées pour réaliser les deux coudes successifs, mais un seul bâti inférieur 4. L'arbre 112 qui articule la troisième portion 108 à la portion mobile 8 de la contre-forme est monté mobile le long d'une trajectoire circulaire centrée sur l'axe de pivotement de l'arbre 12, par exemple en étant logé dans une rainure oblongue 98 présentant une géométrie en arc de cercle. L'arbre 112 est donc capable de se translater dans la rainure 98 au cours de la formation du premier coude. Pour le reste, le fonctionnement est identique au deuxième mode de réalisation.

[0085] La figure 16 représente une variante du dispositif de formage selon le deuxième ou troisième mode de réalisation, dans laquelle la première partie supérieure 95 et la deuxième partie supérieure 96 du dispositif de formage sont esquissées en trait interrompu et sont destinées à fabriquer les deux coudes en un seul coup de presse. Pour cela, la première partie supérieure 95 et la deuxième partie supérieure 96 peuvent être montées sous une seule presse à proximité immédiate l'une de l'autre. La deuxième partie supérieure 96 est montée mobile le long d'une trajectoire sensiblement parallèle à l'arc de cercle 99, comme indiqué par la flèche 94, par exemple au moyen d'une crémaillère, pour pouvoir être positionnée au niveau de la position de fin de course de l'arbre 112.

[0086] En fonctionnement, les deux coudes sont formés en un seul coup de presse, à savoir que la zone de l'ondulation qui recouvre la portion mobile 8 est défléchie vers le haut selon l'angle imposé par la première partie supérieure 95 et la zone de l'ondulation qui recouvre la troisième portion 108 est simultanément redressée vers le bas pour revenir parallèlement à la portion fixe 7. La figure 16 représente la contre-forme dans la configuration finale de l'ondulation doublement coudée.

[0087] L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

[0088] Dans les revendications, tout signe de référen-

ce entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Dispositif de formage pour tôle destiné à former un coude dans une ondulation, le dispositif de formage comportant :

un bâti inférieur (4) présentant une surface de support plane (6) destinée à recevoir une plaque de tôle (70) présentant une ondulation devant être coudée, l'ondulation devant être coudée étant saillante par rapport à une portion plane de la plaque de tôle,
une contre-forme (5) saillante disposée sur la surface de support et destinée à être logée dans l'ondulation devant être coudée,
dans lequel la contre-forme saillante présente une portion fixe (7) et une portion mobile (8) articulée par rapport à la portion fixe autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support,
un bâti supérieur (34) disposé au-dessus du bâti inférieur,
une presse configurée pour descendre le bâti supérieur en direction du bâti inférieur, et
une matrice supérieure creuse portée par le bâti supérieur entre le bâti supérieur (34) et le bâti inférieur (4), la matrice supérieure creuse étant agencée au-dessus de la portion mobile de la contre-forme saillante, la matrice supérieure comportant :

une demi-matrice côté intérieur (36) qui présente une surface inférieure (47) plane parallèle à la surface de support et une surface latérale d'empreinte (48) intérieure destinée à délimiter un flanc de l'ondulation situé à l'intérieur du coude, la surface latérale d'empreinte intérieure présentant un axe longitudinal parallèle à la surface de support plane et,
une demi-matrice côté extérieur (37) qui présente une surface inférieure (47) plane parallèle à la surface de support et une surface latérale d'empreinte (48) extérieure destinée à délimiter un flanc de l'ondulation situé à l'extérieur du coude, la surface latérale d'empreinte extérieure présentant un axe longitudinal parallèle à l'axe longitudinal de la surface latérale d'empreinte intérieure,

la matrice supérieure creuse étant orientée ou orientable par rapport au bâti inférieur (4) de sorte que les axes longitudinaux des surfaces latérales d'empreinte (48) intérieure et extérieure

forment un angle de coudage par rapport à la portion fixe (7) de la contre-forme saillante, la matrice supérieure creuse étant couplée au bâti supérieur pour transmettre l'effort de la presse en direction du bâti inférieur (4).

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la demi-matrice côté intérieur (36) est montée coulissante par rapport au bâti supérieur (34), de manière à pouvoir coulisser selon un axe parallèle à la direction d'actionnement (P) de la presse entre une position déployée dans laquelle la demi-matrice côté intérieur (36) est décalée vers la surface de support (6) par rapport à la demi-matrice côté extérieur (37) et une position escamotée dans laquelle la demi-matrice côté intérieur (36) est alignée à la demi-matrice côté extérieur (37), et la demi-matrice côté extérieur (37) est couplée au bâti supérieur pour transmettre l'effort de la presse en direction du bâti inférieur (4), la demi-matrice côté intérieur (36) étant apte à coulisser depuis la position déployée vers la position escamotée au contact du bâti inférieur à mesure de la descente du bâti supérieur vers le bâti inférieur sous l'effet de la presse.
3. Dispositif selon la revendication 1, comportant en outre deux serre-flancs (38) portés par le bâti supérieur (34) de part et d'autre de la matrice supérieure creuse et agencés entre le bâti supérieur et le bâti inférieur (4), chaque serre-flanc (38) étant monté coulissant sur le bâti supérieur selon un axe parallèle à la direction d'actionnement (P) de la presse, chaque serre-flanc comportant une surface inférieure plane parallèle à la surface de support du bâti inférieur, le dispositif comportant en outre des ressorts de rappel (80) interposés entre le bâti supérieur (34) et les serre-flancs (38) pour rappeler élastiquement les serre-flancs vers une position déployée en direction du bâti inférieur.
4. Dispositif selon la revendication 3 prise en combinaison avec la revendication 2, dans lequel un premier des serre-flancs (38) est adjacent à la demi-matrice côté intérieur (36) et est en prise avec la demi-matrice côté intérieur pour maintenir la surface inférieure (47) de la demi-matrice côté intérieur (36) alignée avec la surface inférieure (60) du premier serre-flanc et rappeler élastiquement la demi-matrice côté intérieur vers la position déployée de la demi-matrice côté intérieur sous l'effet des ressorts de rappel (80).
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, dans lequel les ressorts de rappel (80) sont des vérins à gaz.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant en outre un bloc de guidage (35) agencé entre le bâti supérieur (34) et le bâti inférieur

- (4) et monté pivotant sur le bâti supérieur autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support, la matrice supérieure creuse étant montée sur le bloc de guidage de sorte que l'angle de coudage peut être réglé par pivotement du bloc de guidage (35) par rapport au bâti supérieur (34).
7. Dispositif selon la revendication 6 prise en combinaison avec la revendication 2, dans lequel une plage de pivotement (57) du bloc de guidage englobe des angles de coudage situés de part et d'autre d'une orientation neutre alignée avec la portion fixe (7) de la contre-forme, et dans lequel chacune des deux demi-matrices (36, 37) est coulissante par rapport au bloc de guidage (35), de manière à pouvoir coulisser entre une position déployée et une position escamotée selon un axe parallèle à la direction d'actionnement de la presse, chacune des deux demi-matrices (36, 37) pouvant servir de demi-matrice côté intérieur selon le sens de l'angle de coudage par rapport à l'orientation neutre.
 8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel le bloc de guidage (35) comporte en outre des attaches amovibles (54) pour retenir sélectivement chacune des deux demi-matrices dans la position escamotée.
 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 8 prise en combinaison avec l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel chacun des deux serre-flancs (38) est agencé de manière entrer en prise avec la demi-matrice (36, 37) adjacente audit serre-flanc lorsque, en fonction de l'orientation du bloc de guidage, la demi-matrice adjacente audit serre-flanc est la demi-matrice côté intérieur, de sorte que, pour les deux sens de l'angle de coudage par rapport à l'orientation neutre, la surface inférieure (47) de la demi-matrice côté intérieur est maintenue alignée avec la surface inférieure (60) du serre-flanc adjacent et la demi-matrice côté intérieur est rappelée élastiquement vers la position déployée sous l'effet des ressorts de rappel (80).
 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comportant en outre une barre de liaison (81) s'étendant transversalement à et au-dessus de la portion fixe de la contre-forme et reliant rigidement les deux serre-flancs (38) l'un à l'autre.
 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel la portion mobile (8) de la contre-forme présente une forme de section transversale (9, 10) conforme à un profil transversal de l'ondulation devant être coudée, la surface latérale d'empreinte (48) intérieure présentant un profil conforme à un premier demi profil transversal de l'ondulation devant être coudée et la surface latérale d'empreinte (48) extérieure présentant un profil conforme à un second demi profil transversal de l'ondulation devant être coudée.
 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comportant en outre un arbre (12) monté pivotant dans le bâti inférieur (4) autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support plane du bâti inférieur, l'arbre présentant une surface de bout (15) circulaire alignée avec la surface de support plane (6), la portion mobile (8) de la contre-forme présentant une première portion de longueur fixée sur la surface de bout de l'arbre selon un rayon de la surface de bout circulaire et une deuxième portion de longueur (20) s'étendant sur la surface de support plane (6) dans le prolongement de la première portion de longueur et en contact glissant avec la surface de support plane, la portion fixe (7) de la contre-forme étant orientée selon une direction coupant le centre de la surface de bout (15), la portion fixe de la contre-forme présentant une première portion de longueur fixée sur la surface de support plane et une deuxième portion de longueur (14) s'étendant sur la surface de bout de l'arbre dans le prolongement de la première portion de longueur et en contact glissant avec la surface de bout (15).
 13. Dispositif selon la revendication 12, dans lequel la première portion de longueur de la portion mobile de la contre-forme et la deuxième portion de longueur de la portion fixe de la contre-forme s'étendent chacune en direction du centre de la surface de bout (15) sans atteindre le centre de la surface de bout, la surface de bout portant en outre une plaque d'onde centrale (22) agencée entre la portion mobile (8) et la portion fixe (7) de la contre-forme, la plaque d'onde centrale (22) étant montée pivotante sur la surface de bout coaxialement avec l'arbre (12), la plaque d'onde centrale présentant une section transversale de dimensions légèrement inférieures à section transversale de la portion mobile (8) de la contre-forme.
 14. Dispositif selon la revendication 13, comportant en outre une plaque d'onde flottante (23, 24) présentant la même forme de section transversale que la plaque d'onde centrale et agencée entre la plaque d'onde centrale (22) et l'une parmi la portion mobile (8) et la portion fixe (7) de la contre-forme, la plaque d'onde flottante (23, 24) étant liée à ladite une parmi la portion mobile et la portion fixe avec un degré de liberté en translation selon l'axe de ladite une parmi la portion mobile et la portion fixe et avec un degré de liberté en pivotement autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support.
 15. Procédé de formage pour tôle destiné à former un

coude dans une ondulation, le procédé comportant :

disposer une plaque de tôle (70) sur un bâti inférieur (4) présentant une surface de support plane (6) et une contre-forme (5) saillante disposée sur la surface de support, la contre-forme saillante présentant une portion fixe (7) et une portion mobile (8) articulée par rapport à la portion fixe autour d'un axe perpendiculaire à la surface de support, la plaque de tôle (70) présentant des portions planes (76) reçues sur la surface de support et une ondulation disposée entre les portions planes (76), saillante par rapport aux portions planes et dans laquelle la contre-forme (5) saillante est logée,

descendre un bâti supérieur (34) disposé au-dessus du bâti inférieur au moyen d'une presse en direction du bâti inférieur, le bâti supérieur portant une matrice supérieure creuse agencée au-dessus de la portion mobile de la contre-forme saillante, la matrice supérieure comportant une demi-matrice côté intérieur (36) qui présente une surface inférieure (47) plane parallèle à la surface de support et une surface latérale d'empreinte (48) intérieure destinée à délimiter un flanc de l'ondulation situé à l'intérieur du coude, la surface latérale d'empreinte intérieure présentant un axe longitudinal parallèle à la surface de support plane, et une demi-matrice côté extérieur (37) qui présente une surface inférieure (47) plane parallèle à la surface de support et une surface latérale d'empreinte (48) extérieure destinée à délimiter un flanc de l'ondulation situé à l'extérieur du coude, la surface latérale d'empreinte extérieure présentant un axe longitudinal parallèle à l'axe longitudinal de la surface latérale d'empreinte intérieure, la matrice supérieure creuse étant orientée par rapport au bâti inférieur (4) de sorte que l'axe longitudinal des surfaces latérales d'empreinte (48) intérieure et extérieure forme un angle de coudage par rapport à la portion fixe (7) de la contre-forme saillante et, au cours du mouvement de descente du bâti supérieur :

mettre en contact la surface latérale d'empreinte (48) extérieure, d'abord par son bord inférieur, avec le haut d'un flanc extérieur de l'ondulation (72),

glisser la surface latérale d'empreinte (48) extérieure de haut en bas contre le flanc extérieur de l'ondulation (72), de manière à pousser le flanc extérieur de l'ondulation (72) dans la direction de coudage, à faire tourner la portion mobile (8) vers une position finale alignée avec l'axe longitudinal de la surface latérale d'empreinte (48) extérieure, et à pousser ainsi le flanc intérieur

de l'ondulation (72) dans la direction de coudage,

dans lequel une déformation de l'ondulation (72) s'opère avec un contact glissant contre la portion mobile (8), de sorte que la plaque de tôle est déroulée derrière le flanc extérieur et enroulée devant le flanc intérieur de la portion mobile (8).

16. Procédé selon la revendication 15, comportant en outre l'étape de serrer les portions planes (76) de la plaque de tôle (70) contre la surface de support (6) au moyen de serre-flancs (38).

17. Procédé selon la revendication 15 ou 16 utilisant le dispositif de formage selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel :

dans un état initial, une plaque de tôle (70) est posée sur la surface de support plane et la contre-forme saillante (5) est logée dans l'ondulation devant être coudée (72), la portion mobile (8) de la contre-forme saillante présente une position initiale, et la matrice supérieure creuse est orientée par rapport au bâti supérieur de sorte que l'axe longitudinal des surfaces latérales d'empreinte (48) forme un angle de coudage par rapport à la portion mobile (8) de la contre-forme saillante dans la position initiale, puis, lors d'un mouvement de descente du bâti supérieur (34) en direction du bâti inférieur (4) sous l'effet de la presse :

un bord inférieur de la demi-matrice côté extérieur (37) entre en contact avec une portion de sommet de l'ondulation devant être coudée et la surface latérale d'empreinte de la demi-matrice côté extérieur glisse contre un flanc extérieur de l'ondulation devant être coudée (72) pour appuyer le flanc extérieur de l'ondulation devant être coudée contre le flanc extérieur de la portion mobile (8), depuis le sommet jusqu'au pied de l'ondulation, de manière à conformer le flanc extérieur de l'ondulation devant être coudée au flanc extérieur de la portion mobile et simultanément, à faire tourner la portion mobile depuis la position initiale jusqu'à une position finale alignée aux surfaces latérales d'empreinte (48) des deux demi-matrices de la matrice supérieure creuse,

dans un état final, une portion longitudinale (77) de l'ondulation devant être coudée se trouve prise en sandwich entre la portion mobile (8) de la contre-forme saillante et la matrice supérieure creuse et se trouve coudée d'un angle égal audit angle de coudage par rapport à l'état initial.

18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel la demi-matrice côté intérieur (36) dans la position dé-

ployée entre d'abord en contact avec la plaque de tôle (70) à distance d'un flan intérieur de l'ondulation devant être coudée (72), puis la demi-matrice côté intérieur (36) coulisse vers la position escamotée à mesure de la descente du bâti supérieur (34) vers le bâti inférieur (4).

19. Procédé selon l'une des revendications 15 à 18, dans lequel la position initiale de la portion mobile (8) de la contre-forme saillante est alignée à la portion fixe (7), l'ondulation devant être coudée présentant une forme rectiligne dans l'état initial. 10
20. Procédé selon l'une des revendications 15 à 19, dans lequel la position initiale de la portion mobile (8) de la contre-forme saillante est tournée d'un angle initial par rapport à la portion fixe (7), l'ondulation devant être coudée présentant une forme coudée de l'angle initial dans l'état initial et une forme coudée d'un angle égal à la somme de l'angle initial et l'angle de coudage dans l'état final. 15 20
21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel la contre-forme saillante présente en outre une troisième portion (108) articulée par rapport à la portion mobile (8) autour d'un deuxième axe (112) perpendiculaire à la surface de support, le dispositif comportant en outre un deuxième bâti supérieur (96) disposé au-dessus du bâti inférieur et destiné à être actionné en direction du bâti inférieur par une presse, 25 30 une deuxième matrice supérieure creuse portée par le deuxième bâti supérieur entre le deuxième bâti supérieur et le bâti inférieur, la deuxième matrice supérieure creuse étant agencée au-dessus de la troisième portion (108) de la contre-forme saillante. 35
22. Dispositif selon la revendication 21, dans lequel le premier bâti supérieur (95) et le deuxième bâti supérieur (96) du dispositif de formage sont agencés sous la presse pour être descendus simultanément en direction du bâti inférieur afin de fabriquer deux coudes en un seul coup de presse. 40 45

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Umformen von Blechen, die bestimmt ist zum Bilden einer Biegung in einer Wellung, wobei die Vorrichtung zum Umformen umfasst: 50
einen unteren Rahmen (4) mit einer ebenen Auflagefläche (6) zur Aufnahme einer Blechplatte (70) mit einer zu biegenden Wellung, wobei die zu biegende Wellung in Bezug auf einen ebenen Bereich der Blechplatte vorspringt, 55 eine vorspringende Gegenform (5), die auf der Auflagefläche angeordnet ist und zur Aufnahme

in der zu biegenden Wellung bestimmt ist, wobei die vorspringende Gegenform einen feststehenden Bereich (7) und einen beweglichen Bereich (8) aufweist, der in Bezug auf den feststehenden Bereich um eine zur Auflagefläche senkrechte Achse schwenkbar ist, einen oberen Rahmen (34), der über dem unteren Rahmen angeordnet ist, eine Presse, die zum Absenken des oberen Rahmens in Richtung auf den unteren Rahmen ausgebildet ist, und eine von dem oberen Rahmen getragene obere Hohlmatrize zwischen dem oberen Rahmen (34) und dem unteren Rahmen (4), wobei die obere Hohlmatrize über dem beweglichen Bereich der vorspringenden Gegenform angeordnet ist und wobei die obere Matrize umfasst:

eine innenseitige Matrizenhälfte (36) mit einer zur Auflagefläche planparallelen unteren Fläche und einer inneren seitlichen Prägefläche (48) zum Begrenzen einer im Inneren der Biegung gelegenen Flanke der Wellung, wobei die innere seitliche Prägefläche eine zur ebenen Auflagefläche parallele Längsachse aufweist, und eine außenseitige Matrizenhälfte (37) mit einer zur Auflagefläche planparallelen unteren Fläche und einer äußeren seitlichen Prägefläche (48) zum Begrenzen einer außerhalb der Biegung gelegenen Flanke der Wellung, wobei die äußere seitliche Prägefläche eine zur Längsachse der inneren seitlichen Prägefläche parallele Längsachse aufweist, wobei die obere Hohlmatrize bezüglich des unteren Rahmens (4) derart orientiert oder orientierbar ist, dass die Längsachsen der inneren und der äußeren seitlichen Prägefläche (48) zu dem feststehenden Bereich (7) der vorspringenden Gegenform einen Biegewinkel bilden, wobei die obere Hohlmatrize mit dem oberen Rahmen verbunden ist, um die Kraft der Presse in Richtung auf den unteren Rahmen (4) zu übertragen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die innenseitige Matrizenhälfte (36) bezüglich des oberen Rahmens (34) derart gleitbeweglich montiert ist, dass diese entlang einer Achse parallel zur Betätigungsrichtung (P) der Presse zwischen einer ausgefahrenen Position, in der die innenseitige Matrizenhälfte (36) bezüglich der außenseitigen Matrizenhälfte (37) zur Auflagefläche (6) versetzt ist, und einer eingefahrenen Position, in der die innenseitige Matrizenhälfte (36) mit der außenseitigen Matrizenhälfte (37) fluchtet, gleiten kann und wobei

die außenseitige Matrizenhälfte (37) mit dem oberen Rahmen verbunden ist, um die Kraft der Presse in Richtung auf den unteren Rahmen (4) zu übertragen, wobei die innenseitige Matrizenhälfte (36) im Zuge der Absenkbewegung des oberen Rahmens in Richtung auf den unteren Rahmen unter der Wirkung der Presse aus der ausgefahrenen Position in die eingefahrene Position in Kontakt mit dem unteren Rahmen gleiten kann.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend zwei Niederhalter (38), die von dem oberen Rahmen (34) auf beiden Seiten der oberen Hohlmatrix getragen werden und zwischen dem oberen Rahmen und dem unteren Rahmen (4) angeordnet sind, wobei jeder Niederhalter (38) an dem oberen Rahmen entlang einer zur Betätigungsrichtung (P) der Presse parallelen Achse gleitbeweglich montiert ist, wobei jeder Niederhalter eine zur Auflagefläche des unteren Rahmens planparallele ebene untere Fläche aufweist, wobei die Vorrichtung ferner Rückstellfedern (80) hat, die zwischen den oberen Rahmen (34) und die Niederhalter (38) geschaltet sind, für eine elastische Rückstellung der Niederhalter in eine in Richtung des unteren Rahmens ausgefahrne Position.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4 in Verbindung mit Anspruch 2, wobei ein erster der Niederhalter (38) der innenseitigen Matrizenhälfte (36) benachbart ist und sich mit der innenseitigen Matrizenhälfte (36) in Eingriff befindet, um die Innenfläche (47) der innenseitigen Matrizenhälfte (36) in Ausrichtung mit der unteren Fläche (60) des ersten Niederhalters zu halten und um die innenseitige Matrizenhälfte unter der Wirkung der Rückstellfedern (80) elastisch in Richtung auf die ausgefahrne Position der innenseitigen Matrizenhälfte zurückzustellen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Rückstellfedern (80) Gasdruckfedern sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner umfassend einen Führungsblock (35), der zwischen dem oberen Rahmen (34) und dem unteren Rahmen (4) angeordnet und um eine zu der Auflagefläche senkrechte Achse schwenkbar an dem oberen Rahmen montiert ist, wobei die obere Hohlmatrix an dem Führungsblock derart befestigt ist, dass der Biegewinkel durch ein Schwenken des Führungsblocks (35) gegenüber dem oberen Rahmen (34) eingestellt werden kann.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6 in Verbindung mit Anspruch 2, wobei ein Schwenkbereich (57) des Führungsblocks Biegewinkel beiderseits einer neutralen Orientierung in Ausrichtung mit dem feststehenden Bereich (7) der Gegenform einschließt und wobei

jede der beiden Matrizenhälften (36, 37) bezüglich des Führungsblocks (35) derart gleitbeweglich ist, dass diese entlang einer zur Betätigungsrichtung der Presse parallelen Achse zwischen einer ausgefahrenen Position und einer eingefahrenen Position gleiten können, wobei jede der beiden Matrizenhälften (36, 37) gemäß der Richtung des Biegewinkels in Bezug auf die neutrale Ausrichtung als innenseitige Matrizenhälfte dienen kann.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Führungsblock (35) ferner abnehmbare Befestigungselemente (54) hat, um wahlweise jede der beiden Matrizenhälften in der eingefahrenen Position zu halten.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 8 in Verbindung mit einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei jeder der beiden Niederhalter (38) derart angeordnet ist, dass dieser mit der dem Niederhalter benachbarten Matrizenhälfte (36, 37) in Eingriff gelangt, wobei die dem Niederhalter benachbarte Matrizenhälfte abhängig von der Orientierung des Führungsblocks die innenseitige Matrizenhälfte ist, so dass für beide Richtungen des Biegewinkels in Bezug auf die neutrale Orientierung die untere Fläche (47) der innenseitigen Matrizenhälfte mit der unteren Fläche (60) des benachbarten Niederhalters ausgerichtet gehalten wird und die innenseitige Matrizenhälfte unter der Wirkung der Rückstellfedern (80) elastisch in die ausgefahrne Position zurückgestellt wird.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, ferner umfassend einen Verbindungssteg (81), der sich transversal und über dem feststehenden Bereich der Gegenform erstreckt und die beiden Niederhalter (38) fest miteinander verbindet.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der bewegliche Bereich (8) der Gegenform eine Querschnittsform (9, 10) aufweist, die einem transversalen Profil der zu biegenden Welle entspricht, wobei die innere seitliche Prägefläche (48) ein Profil aufweist, das einem ersten transversalen Halbprofil der zu biegenden Welle entspricht, und wobei die äußere seitliche Prägefläche (48) ein Profil aufweist, das einem zweiten transversalen Halbprofil der zu biegenden Welle entspricht.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, ferner umfassend eine Welle (12), die um eine zur ebenen Auflagefläche des unteren Rahmens senkrechte Achse schwenkbar an dem unteren Rahmen (4) befestigt ist, wobei die Welle eine kreisförmige Endfläche (15) hat, die mit der ebenen Auflagefläche (6) fluchtet, wobei der bewegliche Bereich (8) der Gegenform einen ersten Längenabschnitt hat, der gemäß einem Radius der kreisförmigen Endfläche an der Endflä-

che der Welle befestigt ist, und einen zweiten Längenabschnitt (20), der sich in der Verlängerung des ersten Längenabschnitts über die ebene Auflagefläche (6) erstreckt und sich mit der Auflagefläche in Gleitkontakt befindet,

wobei der feststehende Bereich (7) der Gegenform in einer Richtung orientiert ist, die die Mitte der Endfläche (15) schneidet, wobei der feststehende Bereich der Gegenform einen ersten Längenabschnitt aufweist, der an der ebenen Auflagefläche befestigt ist, und einen zweiten Längenabschnitt (14), der sich in der Verlängerung des ersten Längenabschnitts über die Endfläche der Welle erstreckt und sich mit der Endfläche (15) in Gleitkontakt befindet.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei der erste Längenabschnitt des mobilen Bereichs der Gegenform und der zweite Längenabschnitt des feststehenden Bereichs der Gegenform sich jeweils in Richtung der Mitte der Endfläche (15) erstrecken, ohne die Mitte der Endfläche zu erreichen, wobei die Endfläche ferner eine zentrale Wellenplatte (22) trägt, die zwischen dem beweglichen Bereich (8) und dem feststehenden Bereich (7) der Gegenform angeordnet ist, wobei die zentrale Wellenplatte (22) koaxial zur Welle (12) schwenkbar an der Endfläche montiert ist, wobei die zentrale Wellenplatte einen Querschnitt aufweist, dessen Dimensionen geringfügig kleiner sind als die des Querschnitts des beweglichen Bereichs (8) der Gegenform.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, ferner umfassend eine schwebende Wellenplatte (23, 24), die die gleiche Querschnittsform aufweist wie die zentrale Wellenplatte und zwischen der zentralen Wellenplatte (22) und einem von beweglichem Bereich (8) und feststehendem Bereich (7) der Gegenform angeordnet ist, wobei die schwimmende Wellenplatte (23, 24) mit dem jeweiligen beweglichen Bereich (8) oder feststehenden Bereich (7) mit einem Freiheitsgrad in Translationsrichtung entlang der Achse des jeweiligen beweglichen Bereichs oder feststehenden Bereichs und mit einem Freiheitsgrad in Schwenkrichtung um eine zur Auflagefläche senkrechte Achse verbunden ist.
15. Verfahren zum Umformen von Blechen, das bestimmt ist zum Bilden einer Biegung in einer Wellung, wobei das Verfahren umfasst:

das Anordnen einer Blechplatte (70) auf einem unteren Rahmen (4), der eine Auflagefläche (6) und eine vorspringende Gegenform (5) aufweist, die auf der Auflagefläche angeordnet ist, wobei die vorspringende Gegenform einen feststehenden Bereich (7) und einen beweglichen Bereich (8) aufweist, der bezüglich des feststehenden Teils um eine zur Auflagefläche senk-

rechte Achse schwenkbar ist, wobei die Blechplatte (70) ebene Bereiche (76) aufweist, die auf der Auflagefläche aufgenommen werden, und eine Wellung, die zwischen den ebenen Bereichen (76) angeordnet ist und bezüglich der ebenen Bereiche vorspringt und in der die vorspringende Gegenform (5) aufgenommen wird, das Absenken eines über dem unteren Rahmen angeordneten oberen Rahmens (34) mittels einer Presse in Richtung auf den unteren Rahmen, wobei der obere Rahmen eine obere Hohlmatrixe trägt, die über dem beweglichen Bereich der vorspringenden Gegenform angeordnet ist, wobei die obere Matrixe eine innenseitige Matrizenhälfte (36) aufweist, die eine zur Auflagefläche planparallele untere Fläche (47) und eine innere seitliche Prägefläche (48) zum Begrenzen einer im Inneren der Biegung gelegenen Flanke der Wellung aufweist, wobei die innere seitliche Prägefläche eine zur ebenen Auflagefläche parallele Längsachse aufweist, und eine außenseitige Matrizenhälfte (37) mit einer zur Auflagefläche planparallelen unteren Fläche (47) und einer äußeren seitlichen Prägefläche (48) zum Begrenzen einer außerhalb der Biegung gelegenen Flanke der Wellung, wobei die äußere seitliche Prägefläche eine zur Längsachse der inneren seitlichen Prägefläche parallele Längsachse hat, wobei die obere Hohlmatrixe bezüglich des unteren Rahmens (4) derart orientiert ist, dass die Längsachse der inneren und der äußeren seitlichen Prägefläche (48) zu dem feststehenden Bereich (7) der vorspringenden Gegenform einen Biegewinkel bildet, und wobei im Zuge der Absenkbewegung des oberen Rahmens:

die äußere seitliche Prägefläche (48) zunächst mit ihrem unteren Rand mit der Oberseite einer Außenflanke der Wellung (72) in Kontakt gebracht wird, die äußere seitliche Prägefläche (48) gegen die Außenflanke der Wellung (72) von oben nach unten gleitet, derart, dass die Außenflanke der Wellung (72) in die Biegerichtung gedrückt wird, um den beweglichen Bereich (8) in eine Endposition zu drehen, die mit der Längsachse der äußeren seitlichen Prägefläche (48) fluchtet, und um die Innenflanke der Wellung (72) dadurch in die Biegerichtung zu drücken, wobei eine Verformung der Wellung (72) mit einem Gleitkontakt an dem beweglichen Bereich (8) erfolgt, derart, dass die Blechplatte hinter der Außenflanke ausgerollt und vor der Innenflanke des beweglichen Bereichs (8) aufgerollt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, ferner umfassend den Schritt des Festspannens der ebenen Bereiche (76) der Blechplatte (70) gegen die Auflagefläche (6) mittels der Niederhalter (38).

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, in welchem die Umformungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 verwendet wird, wobei:

in einem Ausgangszustand eine Blechplatte (70) auf die ebene Auflagefläche gelegt und die vorspringende Gegenform (5) in der zu biegender Wellung (72) angeordnet wird, wobei der bewegliche Bereich (8) der vorspringenden Gegenform eine Ausgangsposition aufweist, und wobei die obere Hohlmatrix bezüglich des oberen Rahmens derart orientiert wird, dass die Längsachse der seitlichen Prägeflächen (48) zu dem beweglichen Bereich (8) der vorspringenden Gegenform in der Ausgangsposition einen Biegewinkel bildet, wobei anschließend im Zuge der Absenkbewegung des oberen Rahmens (34) unter der Wirkung der Presse in Richtung auf den unteren Rahmen (4):

ein unterer Rand der äußeren Matrizenhälfte (37) mit einem Abschnitt des Kamms der zu biegender Wellung in Kontakt gelangt und die seitliche Prägefläche der außenseitigen Matrizenhälfte gegen eine Außenflanke der zu biegender Wellung (72) gleitet, um die Außenflanke der zu biegender Wellung gegen die Außenflanke des beweglichen Bereichs (8) und dann den Kamm bis zu dem Fuß der Wellung zu drücken, derart, dass die Außenflanke der zu biegender Wellung an die Außenflanke des beweglichen Teils (8) angepasst und gleichzeitig der bewegliche Bereich (8) von der Ausgangsposition in eine mit den seitlichen Prägeflächen (48) der beiden Matrizenhälften der oberen Hohlmatrix fluchtende Endposition gedreht wird; wobei sich ein Längsbereich (77) der zu biegender Wellung in einem Endzustand sandwichartig zwischen dem beweglichen Bereich (8) der vorspringenden Gegenform und der oberen Hohlmatrix befindet und gegenüber dem Ausgangszustand in einem Winkel gebogen ist, der gleich dem Biegewinkel ist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die innenseitige Matrizenhälfte (36) in der ausgefahrenen Position in einem Abstand zu einer Innenflanke der zu biegender Wellung (72) zuerst mit der Blechplatte (70) in Kontakt gelangt und die innenseitige Matrizenhälfte

(36) dann im Zuge der Absenkbewegung des oberen Rahmens (34) in Richtung auf den unteren Rahmen (4) in die eingefahrene Position gleitet.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei die Ausgangsposition des beweglichen Bereichs (8) der vorspringenden Gegenform mit dem feststehenden Bereich (7) fluchtet, wobei die zu biegender Wellung im Ausgangszustand eine geradlinige Form aufweist.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, wobei die Ausgangsposition des beweglichen Bereichs (8) der vorspringenden Gegenform bezüglich des feststehenden Bereichs (7) um einen Anfangswinkel gedreht wird, wobei die zu biegender Wellung im Ausgangszustand eine um den Anfangswinkel gebogene Form und im Endzustand eine Form aufweist, die um einen Winkel abgebogen ist, der gleich der Summe aus dem Anfangswinkel und dem Biegewinkel ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die vorspringende Gegenform ferner einen dritten Bereich (108) aufweist, der bezüglich des beweglichen Bereichs (8) um eine zur Auflagefläche senkrechte zweite Achse (112) schwenkbar ist, wobei die Vorrichtung ferner einen zweiten oberen Rahmen (96) hat, der über dem unteren Rahmen angeordnet und für eine Betätigung durch eine Presse in Richtung auf den unteren Rahmen bestimmt ist, eine zweite obere Hohlmatrix, die von dem zweiten oberen Rahmen zwischen dem zweiten oberen Rahmen und dem unteren Rahmen getragen wird, wobei die zweite obere Hohlmatrix über dem dritten Bereich (108) der vorspringenden Gegenform angeordnet ist.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der erste obere Rahmen (95) und der zweite obere Rahmen (96) der Umformungsvorrichtung unter der Presse angeordnet sind, um gleichzeitig in Richtung auf den unteren Rahmen abgesenkt zu werden, so dass mit einem einzigen Pressenhub zwei Biegungen hergestellt werden.

Claims

1. A sheet metal forming device intended to form a bend in a corrugation, the forming device comprising:

a bottom frame (4) having a planar mounting surface (6) intended to receive a sheet metal plate (70) having a corrugation that needs to be bent, the corrugation that needs to be bent projecting relative to a planar portion of the sheet metal plate,

a projecting counter-form (5) arranged on the mounting surface and intended to be accommodated in the corrugation that needs to be bent, the projecting counter-form having a stationary portion (7) and a movable portion (8) that is hinged, relative to the stationary portion, about an axis perpendicular to the mounting surface, a top frame (34) arranged above the bottom frame, a press configured to lower the top frame towards the bottom frame, and a hollow upper die carried by the top frame between the top frame (34) and the bottom frame (4), the hollow upper die being arranged above the movable portion of the projecting counter-form, the upper die comprising:

an inner side half-die (36) that has a planar bottom surface (47) parallel to the mounting surface and an inner imprint side surface (48) intended to delimit a sidewall of the corrugation situated on the inside of the bend, the inner imprint side surface having a longitudinal axis parallel to the planar mounting surface, and

an outer side half-die (37) that has a planar bottom surface (47) parallel to the mounting surface and an outer imprint side surface (48) intended to delimit a sidewall of the corrugation situated on the outside of the bend, the outer imprint side surface having a longitudinal axis parallel to the longitudinal axis of the inner imprint side surface,

the hollow upper die being oriented or orientable relative to the bottom frame (4) such that the longitudinal axes of the inner and outer imprint side surfaces (48) form a bending angle with respect to the stationary portion of the projecting counter-form (7),

the hollow upper die being coupled to the top frame in order to transmit the force of the press towards the bottom frame (4).

2. The device as claimed in claim 1, wherein the inner side half-die (36) is mounted to as to be able to slide relative to the top frame (34), such that it can slide along an axis parallel to the actuation direction (P) of the press between a deployed position in which the inner side half-die (36) is offset towards the mounting surface (6) relative to the outer side half-die (37) and a retracted position in which the inner side half-die (36) is aligned with the outer side half-die (37), and the outer side half-die (37) is coupled to the top frame in order to transmit the force of the press towards the bottom frame (4), the inner side half-die (36) being capable of sliding from the deployed position to

the retracted position in contact with the bottom frame as the top frame lowers towards the bottom frame under the effect of the press.

3. The device as claimed in claim 1, further comprising two sidewall clamps (38) carried by the top frame (34) to either side of the hollow upper die and arranged between the top frame and the bottom frame (4), each sidewall clamp (38) being mounted so as to be able to slide on the top frame along an axis parallel to the actuation direction (P) of the press, each sidewall clamp comprising a planar bottom surface parallel to the mounting surface of the bottom frame, the device further comprising return springs (80) interposed between the top frame (34) and the sidewall clamps (38) in order to elastically return the sidewall clamps to a deployed position towards the bottom frame.
4. The device as claimed in claim 3 in combination with claim 2, wherein a first of the sidewall clamps (38) is adjacent to the inner side half-die (36) and engages with the inner side half-die in order to keep the bottom surface (47) of the inner side half-die (36) aligned with the bottom surface (60) of the first sidewall clamp and elastically return the inner side half-die to the deployed position of the inner side half-die under the effect of the return springs (80).
5. The device as claimed in claim 3 or 4, wherein the return springs (80) are gas lift cylinders.
6. The device as claimed in any one of claims 1 to 5, further comprising a guide block (35) arranged between the top frame (34) and the bottom frame (4) and mounted pivoting on the top frame about an axis perpendicular to the mounting surface, the hollow upper die being mounted on the guide block such that the bending angle can be adjusted by pivoting the guide block (35) relative to the top frame (34).
7. The device as claimed in claim 6 in combination with claim 2, wherein a pivoting range (57) of the guide block encompasses bending angles situated to either side of a neutral orientation aligned with the stationary portion (7) of the counter-form, and wherein each of the two half-dies (36, 37) is able to slide relative to the guide block (35), so as to be able to slide between a deployed position and a retracted position along an axis parallel to the actuation direction of the press, each of the two half-dies (36, 37) being able to act as the inner side half-die depending on the direction of the bending angle with respect to the neutral orientation.
8. The device as claimed in claim 7, wherein the guide block (35) further comprises removable fasteners (54) for selectively holding each of the two half-dies

in the retracted position.

9. The device as claimed in either one of claims 7 to 8 in combination with any one of claims 3 to 5, wherein each of the two sidewall clamps (38) is arranged in such a way as to engage with the half-die (36, 37) adjacent to said sidewall clamp when, depending on the orientation of the guide block, the half-die adjacent to said sidewall clamp is the inner side half-die, such that, for both directions of the bending angle relative to the neutral orientation, the bottom surface (47) of the inner side half-die is kept aligned with the bottom surface (60) of the adjacent sidewall clamp and the inner side half-die is elastically returned to the deployed position under the effect of the return springs (80). 5
10. The device as claimed in any one of claims 1 to 9, further comprising a link bar (81) extending transverse to and above the stationary portion of the counter-form and linking the two sidewall clamps (38) rigidly together. 10
11. The device as claimed in any one of claims 1 to 10, wherein the movable portion (8) of the counter-form has a cross-sectional shape (9, 10) that matches a cross-sectional profile of the corrugation that needs to be bent, the inner imprint side surface (48) having a profile that matches a first cross-sectional half-profile of the corrugation that needs to be bent and the outer imprint side surface (48) having a profile that matches a second cross-sectional half-profile of the corrugation that needs to be bent. 20
12. The device as claimed in any one of claims 1 to 11, further comprising a shaft (12) mounted pivoting in the bottom frame (4) about an axis perpendicular to the planar mounting surface of the bottom frame, the shaft having a circular end surface (15) aligned with the planar mounting surface (6), the movable portion (8) of the counter-form having a first length portion attached to the end surface of the shaft along a radius of the circular end surface and a second length portion (20) extending on the planar mounting surface (6) in the continuation of the first length portion and in sliding contact with the planar mounting surface, the stationary portion (7) of the counter-form being oriented in a direction intersecting with the center of the end surface (15), the stationary portion of the counter-form having a first length portion attached to the planar mounting surface and a second length portion (14) extending on the end surface of the shaft in the continuation of the first length portion and in sliding contact with the end surface (15). 25
13. The device as claimed in claim 12, wherein the first length portion of the movable portion of the counter- 30

form and the second length portion of the stationary portion of the counter form each extend towards the center of the end surface (15) without reaching the center of the end surface, the end surface further carrying a central corrugation plate (22) arranged between the movable portion (8) and the stationary portion (7) of the counter-form, the central corrugation plate (22) being mounted pivoting on the end surface coaxially with the shaft (12), the dimensions of the cross section of the central corrugation plate being slightly smaller than the cross section of the movable portion (8) of the counter-form.

14. The device as claimed in claim 13, further comprising a floating corrugation plate (23, 24) that has the same cross-sectional shape as the central corrugation plate and is arranged between the central corrugation plate (22) and one of the movable portion (8) and the stationary portion (7) of the counter-form, the floating corrugation plate (23, 24) being linked to said one of the movable portion and the stationary portion with a degree of translational freedom along the axis of said one of the movable portion and the stationary portion and with a degree of freedom to pivot about an axis perpendicular to the mounting surface. 35
15. A sheet metal forming method intended to form a bend in a corrugation, the method comprising: 40

arranging a sheet metal plate (70) on a bottom frame (4) having a planar mounting surface (6) and a projecting counter-form (5) arranged on the mounting surface, the projecting counter-form having a stationary portion (7) and a movable portion (8) that is hinged, relative to the stationary portion, about an axis perpendicular to the mounting surface, the sheet metal plate (70) having planar portions (76) received on the mounting surface and a corrugation arranged between the planar portions (76), projecting relative to the planar portions and in which the projecting counter-form (5) is accommodated, lowering a top frame (34) arranged above the bottom frame towards the bottom frame, by means of a press, the top frame carrying a hollow upper die arranged above the movable portion of the projecting counter-form, the upper die comprising an inner side half-die (36) that has a planar bottom surface (47) parallel to the mounting surface and an inner imprint side surface (48) intended to delimit a sidewall of the corrugation situated on the inside of the bend, the inner imprint side surface having a longitudinal axis parallel to the planar mounting surface, and an outer side half-die (37) that has a planar bottom surface (47) parallel to the mounting surface and an outer imprint side surface 45

(48) intended to delimit a sidewall of the corrugation situated on the outside of the bend, the outer imprint side surface having a longitudinal axis parallel to the longitudinal axis of the inner imprint side surface, the hollow upper die being oriented relative to the bottom frame (4) such that the longitudinal axis of the inner and outer imprint side surfaces (48) forms a bending angle with respect to the stationary portion (7) of the projecting counter-form and, during the lowering movement of the top frame:

bringing the outer imprint side surface (48), initially via the bottom edge of same, into contact with the top of an outer sidewall of the corrugation (72),
sliding the outer imprint side surface (48) downwards against the outer sidewall of the corrugation (72), so as to push the outer sidewall of the corrugation (72) in the bending direction, turn the movable portion (8) towards an end position aligned with the longitudinal axis of the outer imprint side surface (48), and thus push the inner sidewall of the corrugation (72) in the bending direction,
wherein the corrugation (72) is deformed by a sliding contact against the movable portion (8), such that the sheet metal plate is unwound behind the outer sidewall and wound up in front of the inner sidewall of the movable portion (8).

16. The method as claimed in claim 15, further comprising the step of clamping the planar portions (76) of the sheet metal plate (70) against the mounting surface (6) by means of sidewall clamps (38).
17. The method as claimed in claim 15 or 16 using the forming device according to any one of claims 1 to 14, wherein:

in an initial state, a sheet metal plate (70) is positioned on the planar mounting surface and the projecting counter-form (5) is accommodated in the corrugation (72) that needs to be bent, the movable portion (8) of the projecting counter-form has an initial position, and the hollow upper die is oriented relative to the top frame such that the longitudinal axis of the imprint side surfaces (48) forms a bending angle with respect to the movable portion (8) of the projecting counter-form in the initial position,
then, when the top frame (34) is lowered towards the bottom frame (4) under the effect of the press:
a bottom edge of the outer side half-die (37) comes into contact with a crest portion of the

corrugation that needs to be bent and the imprint side surface of the outer side half-die slides against an outer sidewall of the corrugation (72) that needs to be bent so as to press the outer sidewall of the corrugation that needs to be bent against the outer sidewall of the movable portion (8), from the crest to the trough of the corrugation, so as to shape the outer sidewall of the corrugation that needs to be bent to the outer sidewall of the movable portion, and simultaneously turn the movable portion from the initial position to an end position aligned with the imprint side surfaces (48) of the two half-dies of the hollow upper die,
in an end state, a longitudinal portion (77) of the corrugation that needs to be bent is sandwiched between the movable portion (8) of the projecting counter-form and the hollow upper die and is bent by an angle equal to said bending angle with respect to the initial state.

18. The method as claimed in claim 17, wherein the inner side half-die (36) in the deployed position comes into contact first with the sheet metal plate (70) at a distance from an inner blank of the corrugation that needs to be bent (72), and the inner side half-die (36) then slides towards the retracted position as the top frame (34) lowers towards the bottom frame (4).
19. The method as claimed in one of claims 15 to 18, wherein the initial position of the movable portion (8) of the projecting counter-form is aligned with the stationary portion (7), the corrugation that needs to be bent having a straight shape in the initial state.
20. The method as claimed in one of claims 15 to 19, wherein the initial position of the movable portion (8) of the projecting counter-form is turned by an initial angle relative to the stationary portion (7), the corrugation that needs to be bent having a shape bent by the initial angle in the initial state and a shape bent by an angle equal to the sum of the initial angle and the bending angle in the end state.
21. The device as claimed in any one of claims 1 to 14, wherein the projecting counter-form further has a third portion (108) that is hinged, relative to the movable portion (8), about a second axis (112) perpendicular to the mounting surface,
the device further comprising a second top frame (96) arranged above the bottom frame and intended to be actuated towards the bottom frame by a press, a second hollow upper die carried by the second top frame between the second top frame and the bottom frame, the second hollow upper die being arranged above the third portion (108) of the projecting counter-form.

22. The device as claimed in claim 21, wherein the first top frame (95) and the second top frame (96) of the forming device are arranged under the press so as to be lowered simultaneously towards the bottom frame in order to produce two bends with a single stroke of the press. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

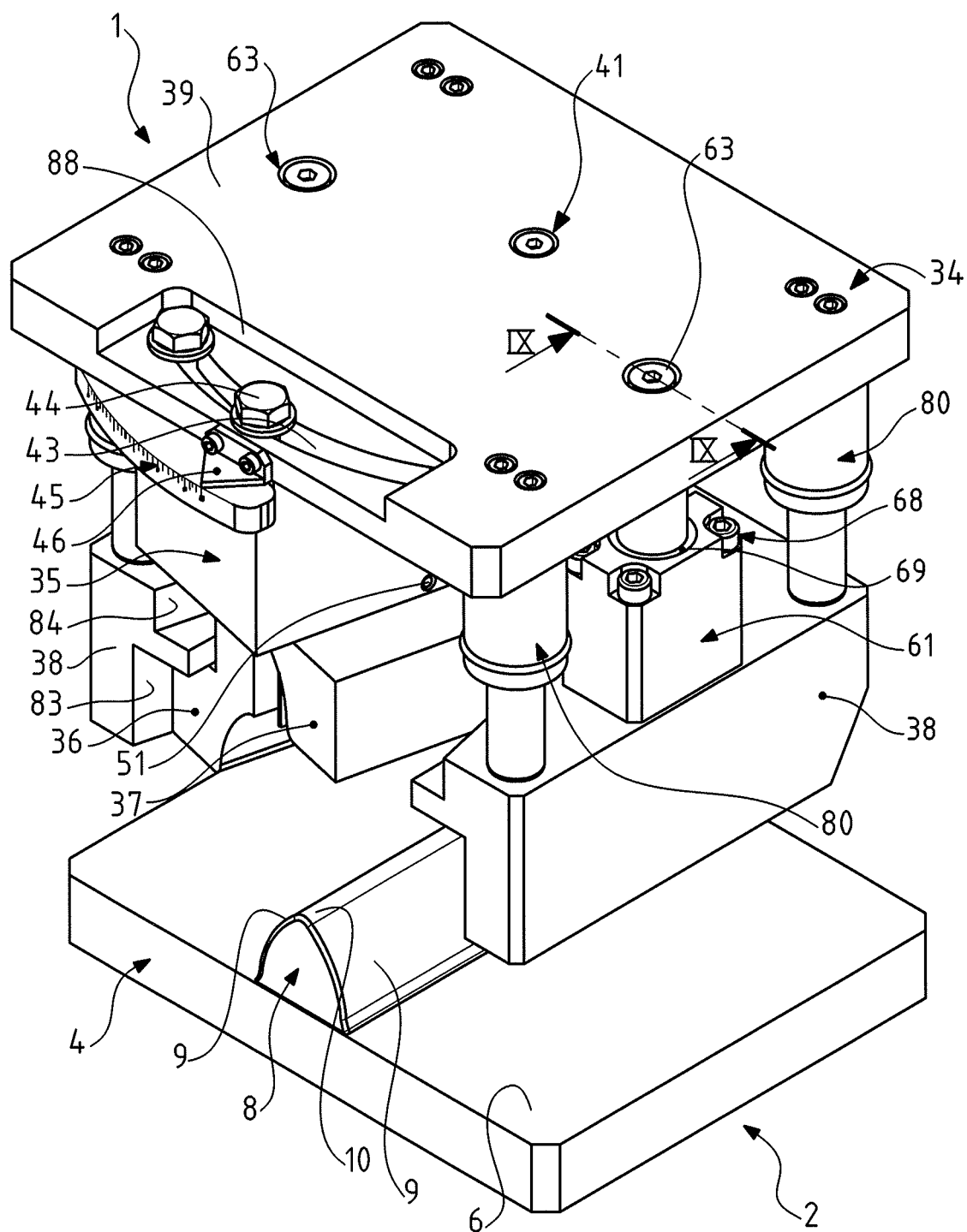


FIG.1

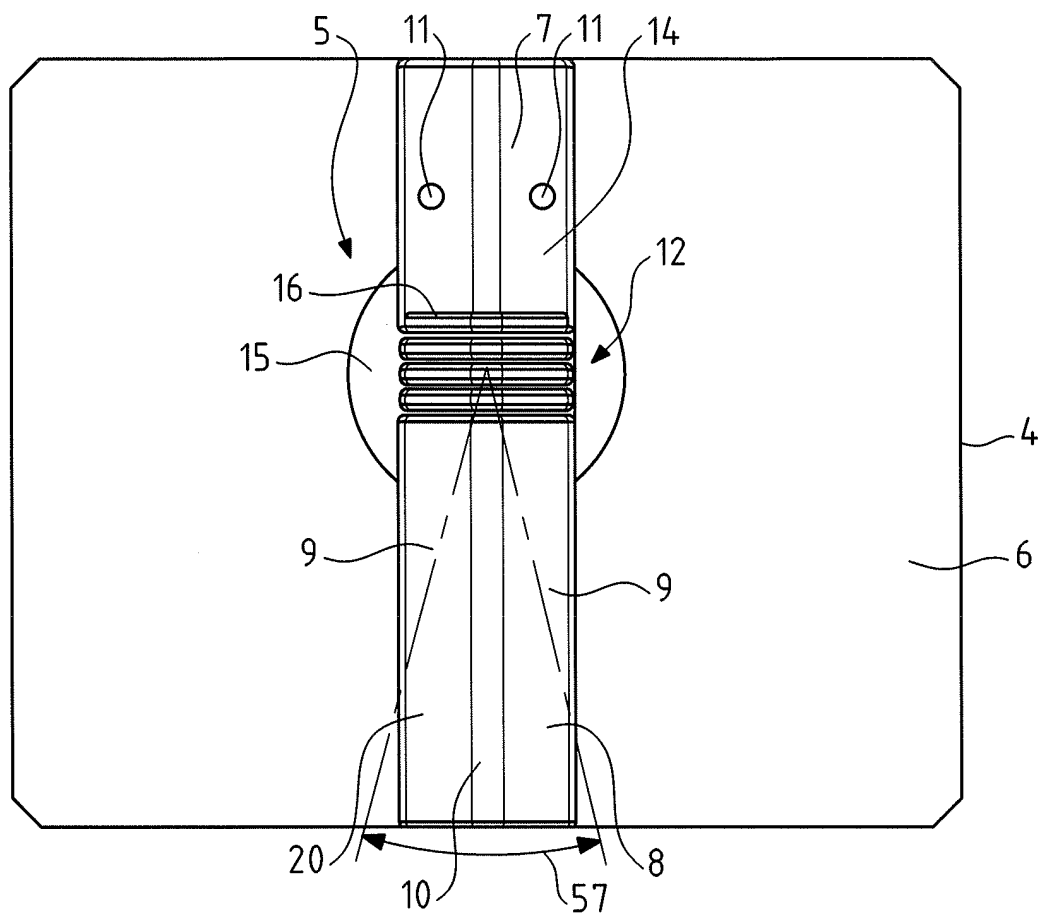


FIG. 2

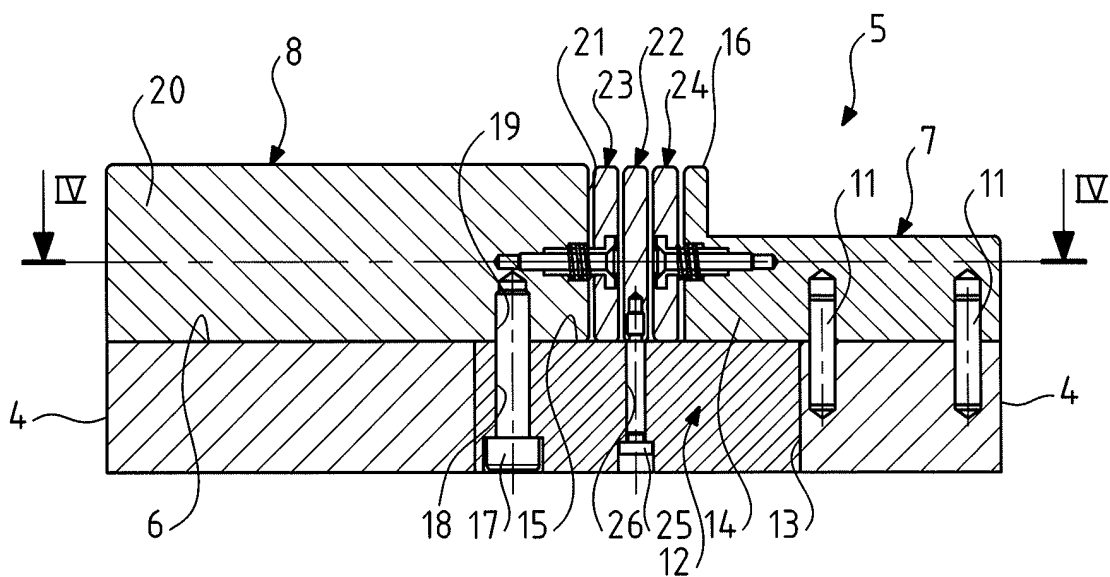


FIG. 3

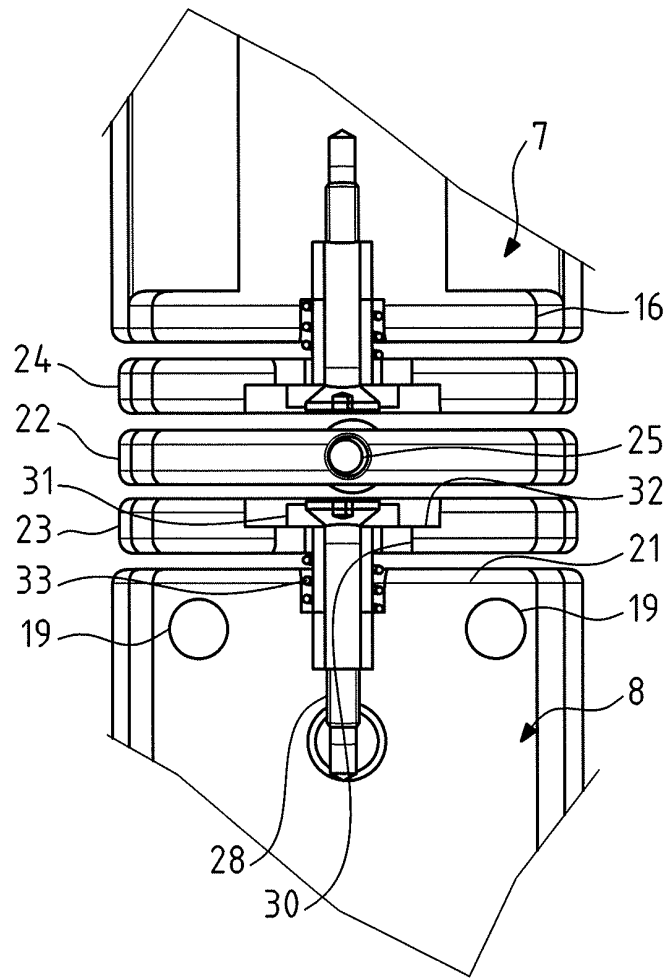


FIG. 4

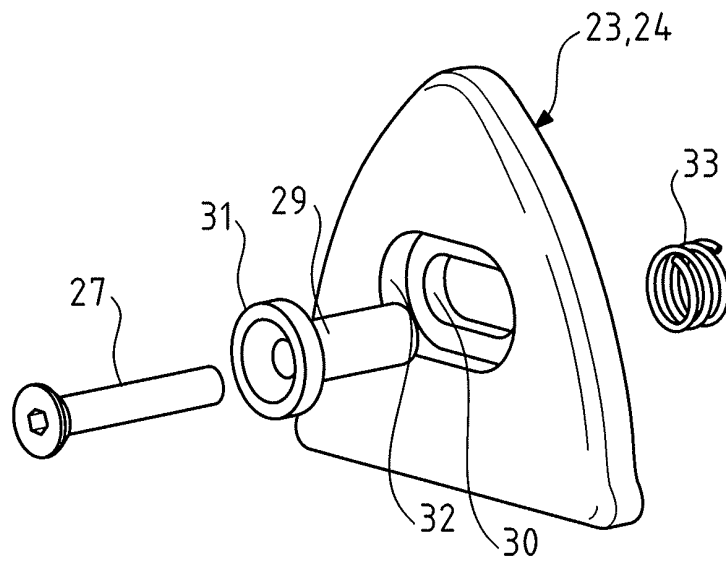


FIG. 5

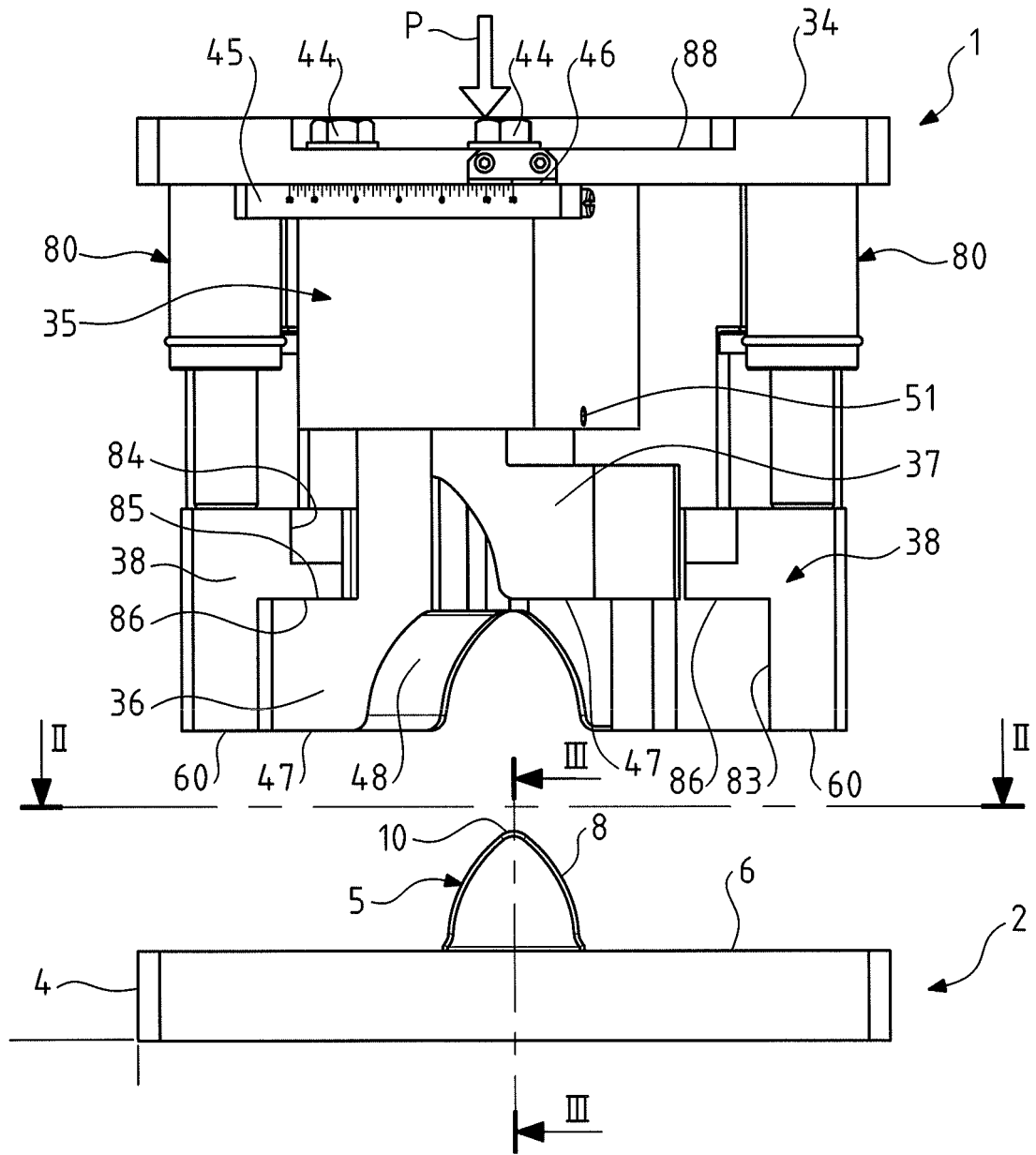


FIG.6

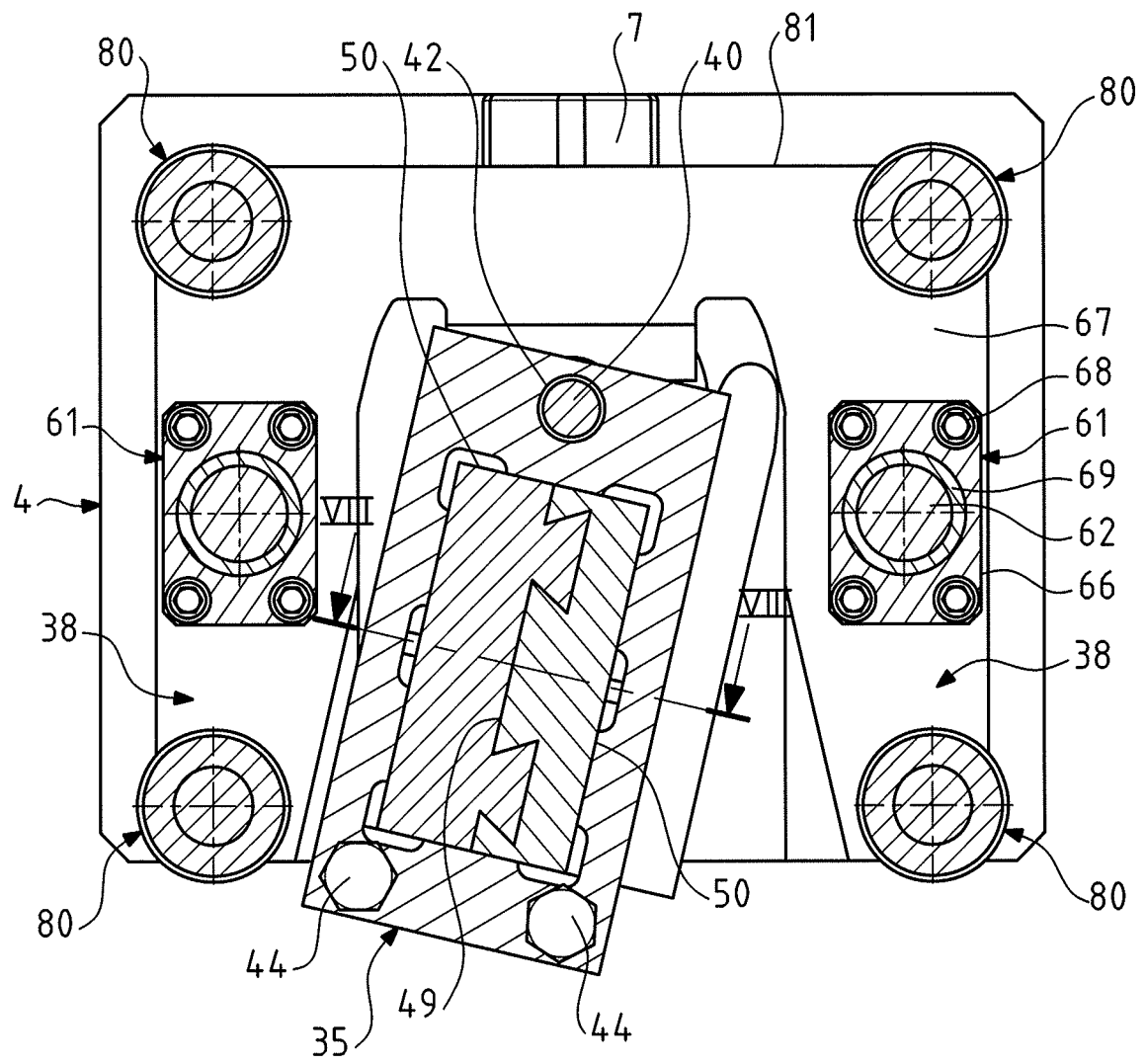
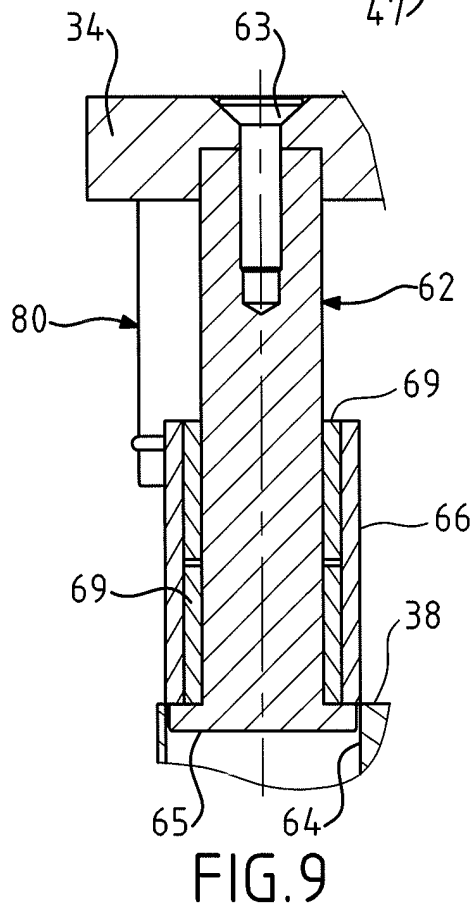
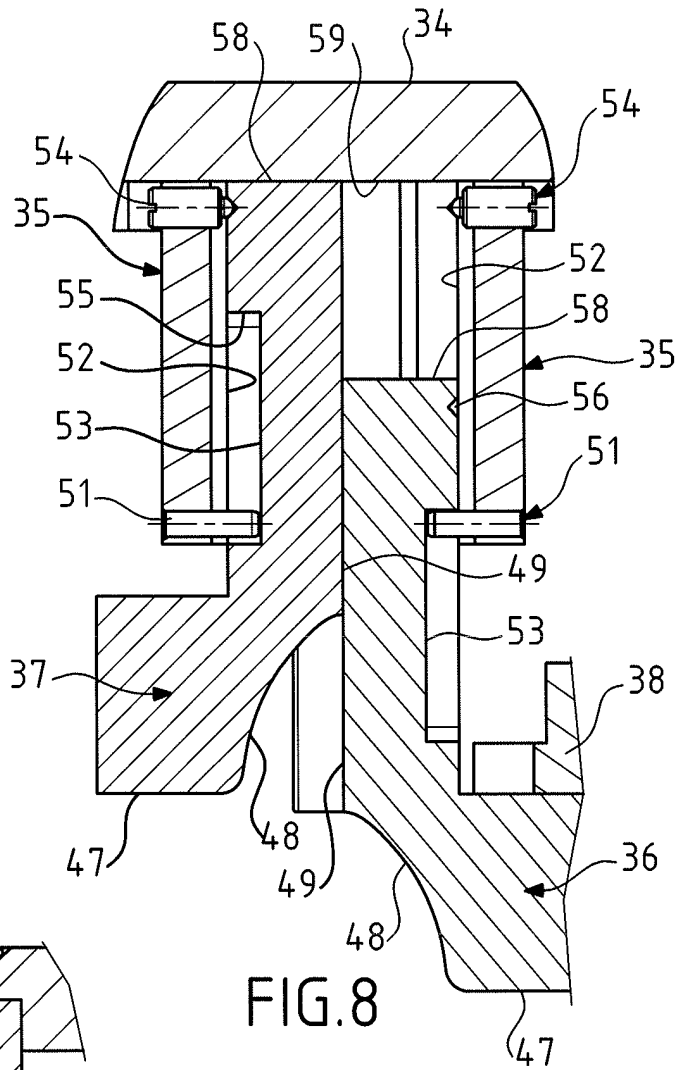


FIG. 7



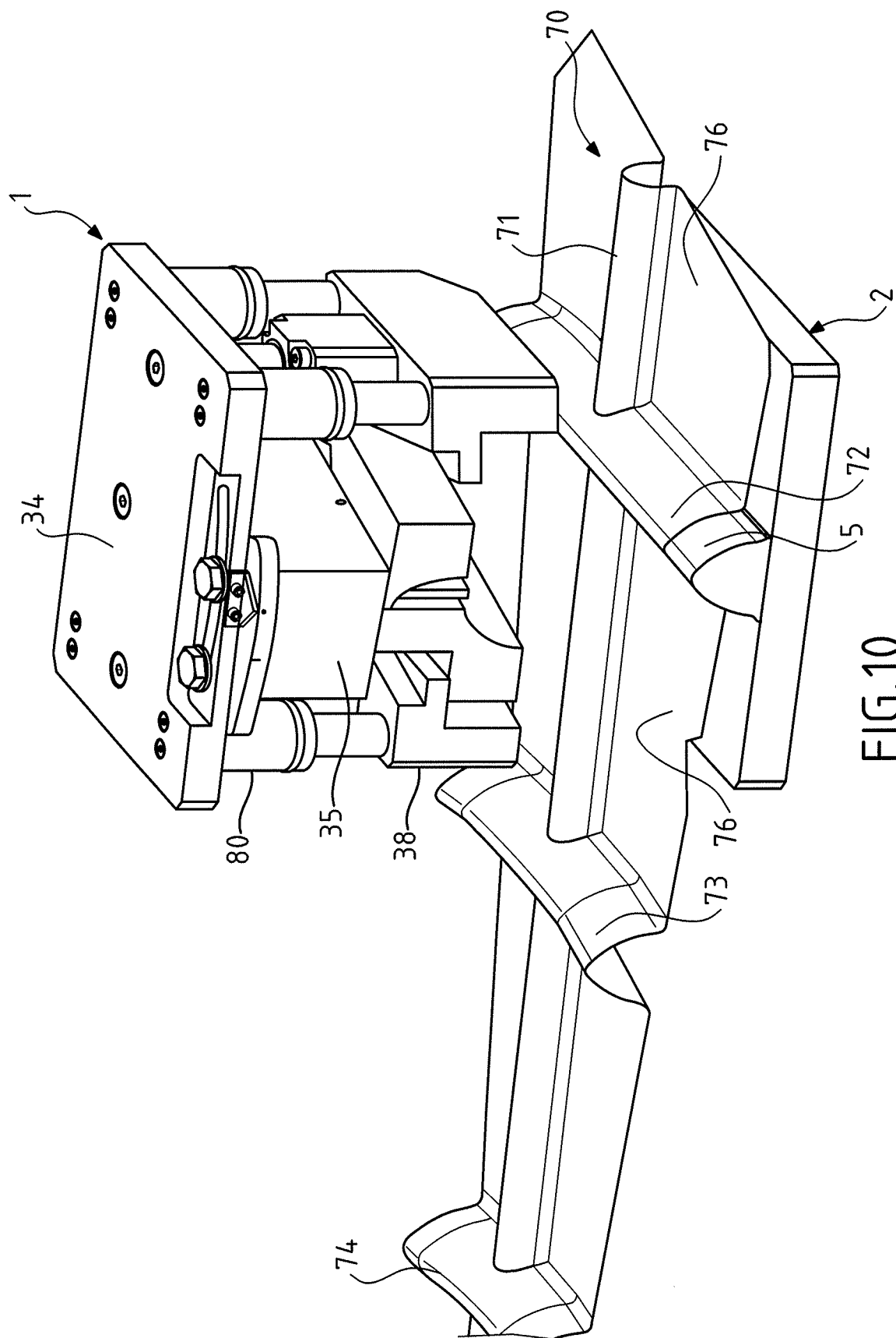


FIG. 10

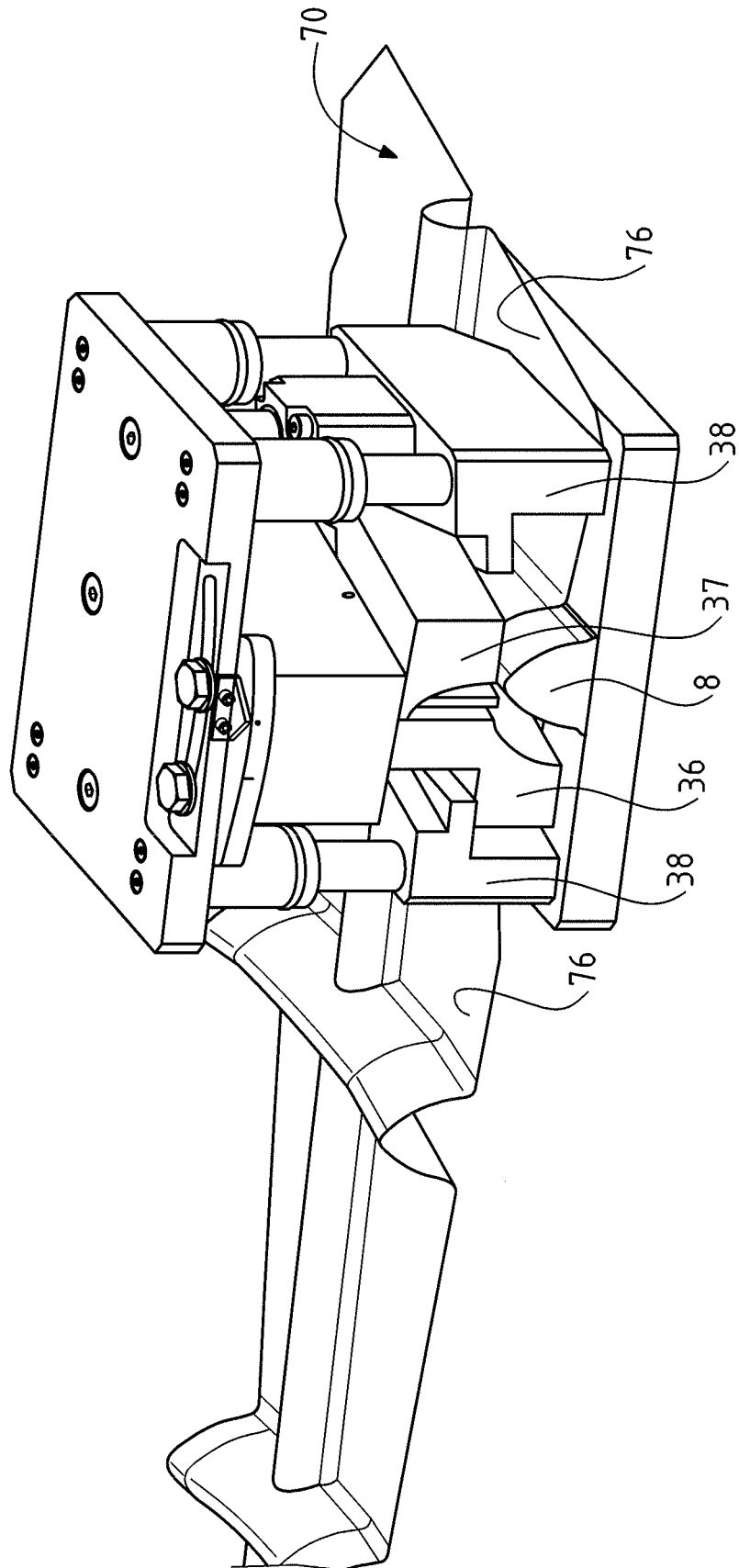


FIG.11

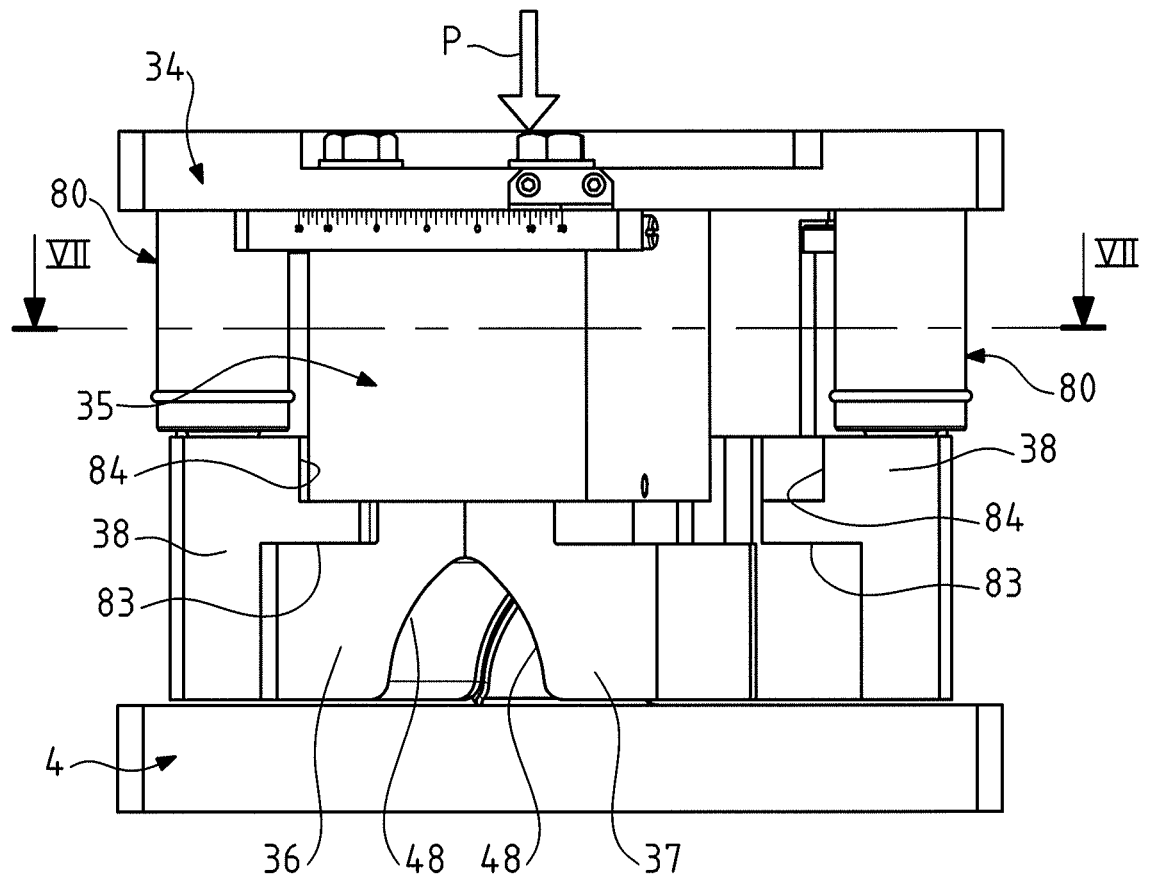


FIG.12

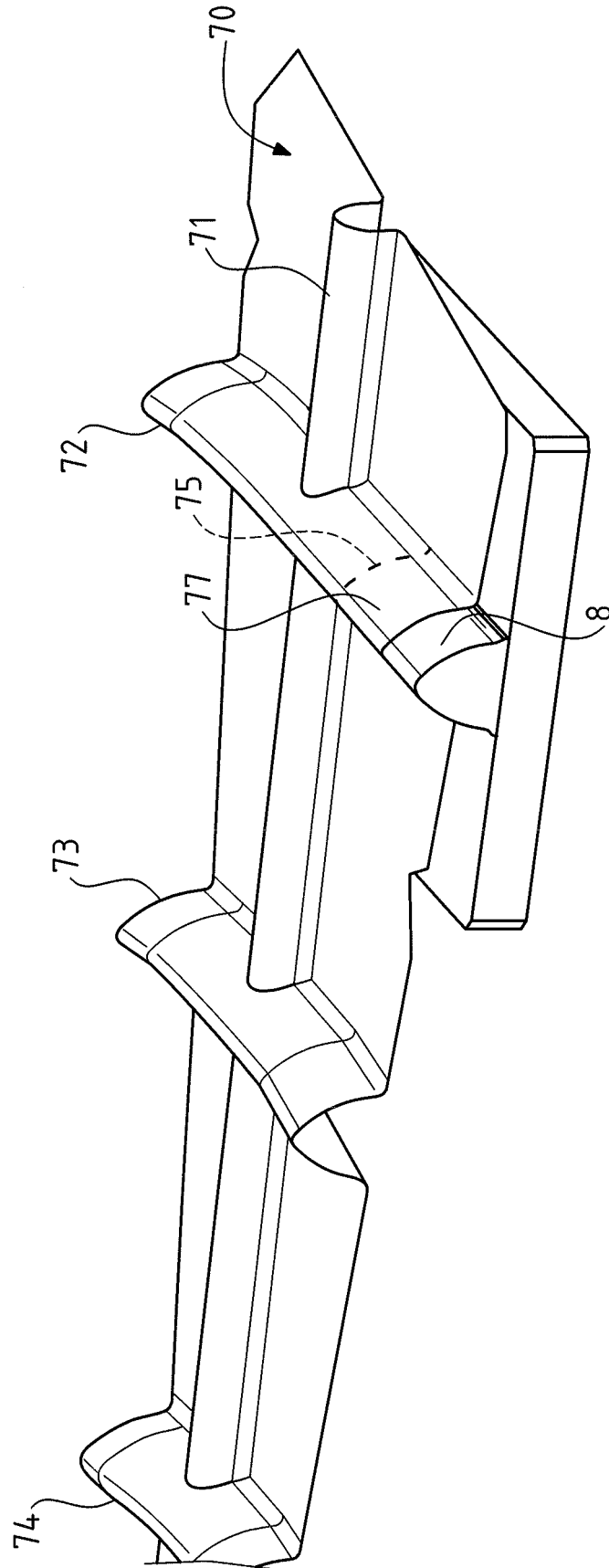


FIG.13

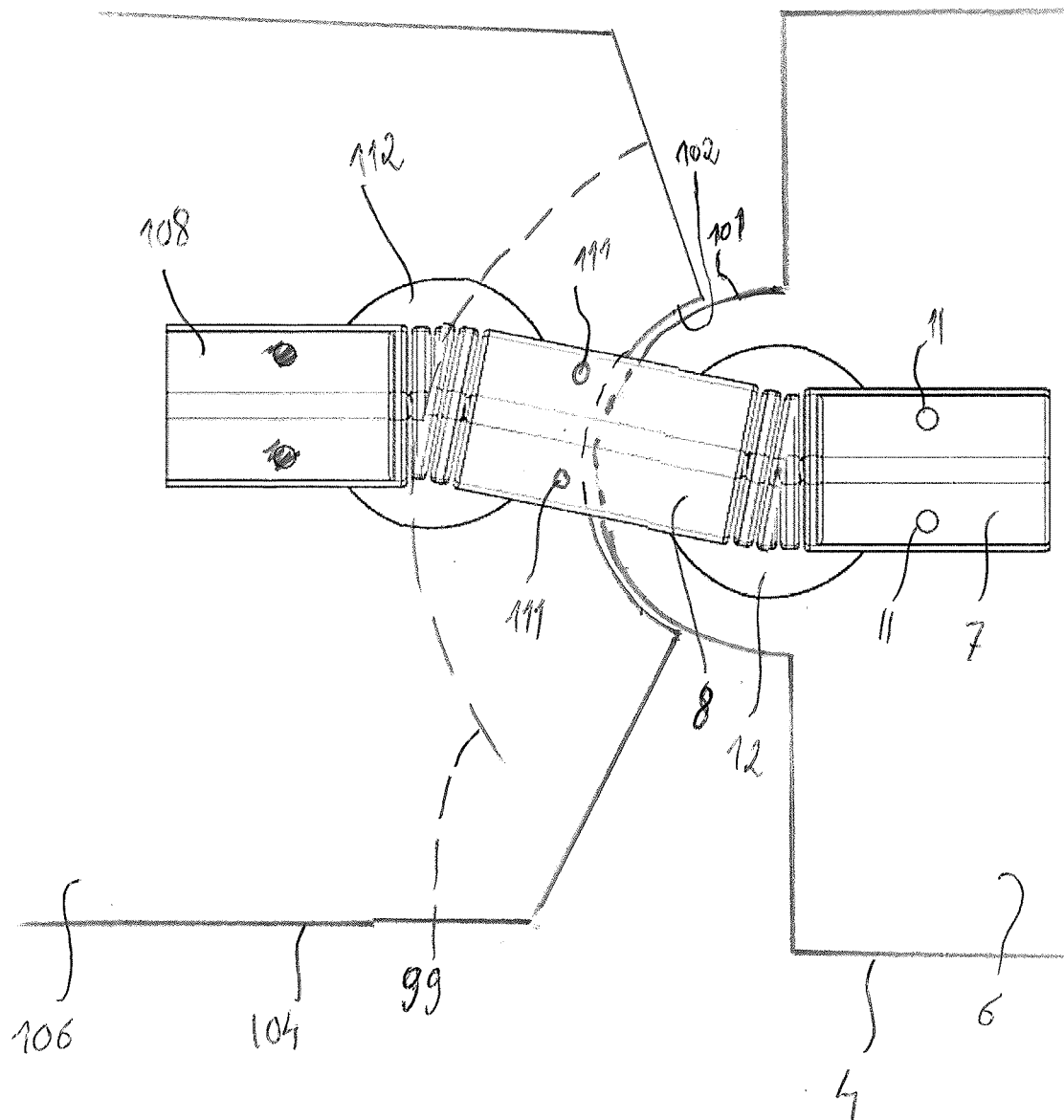


FIG. 14

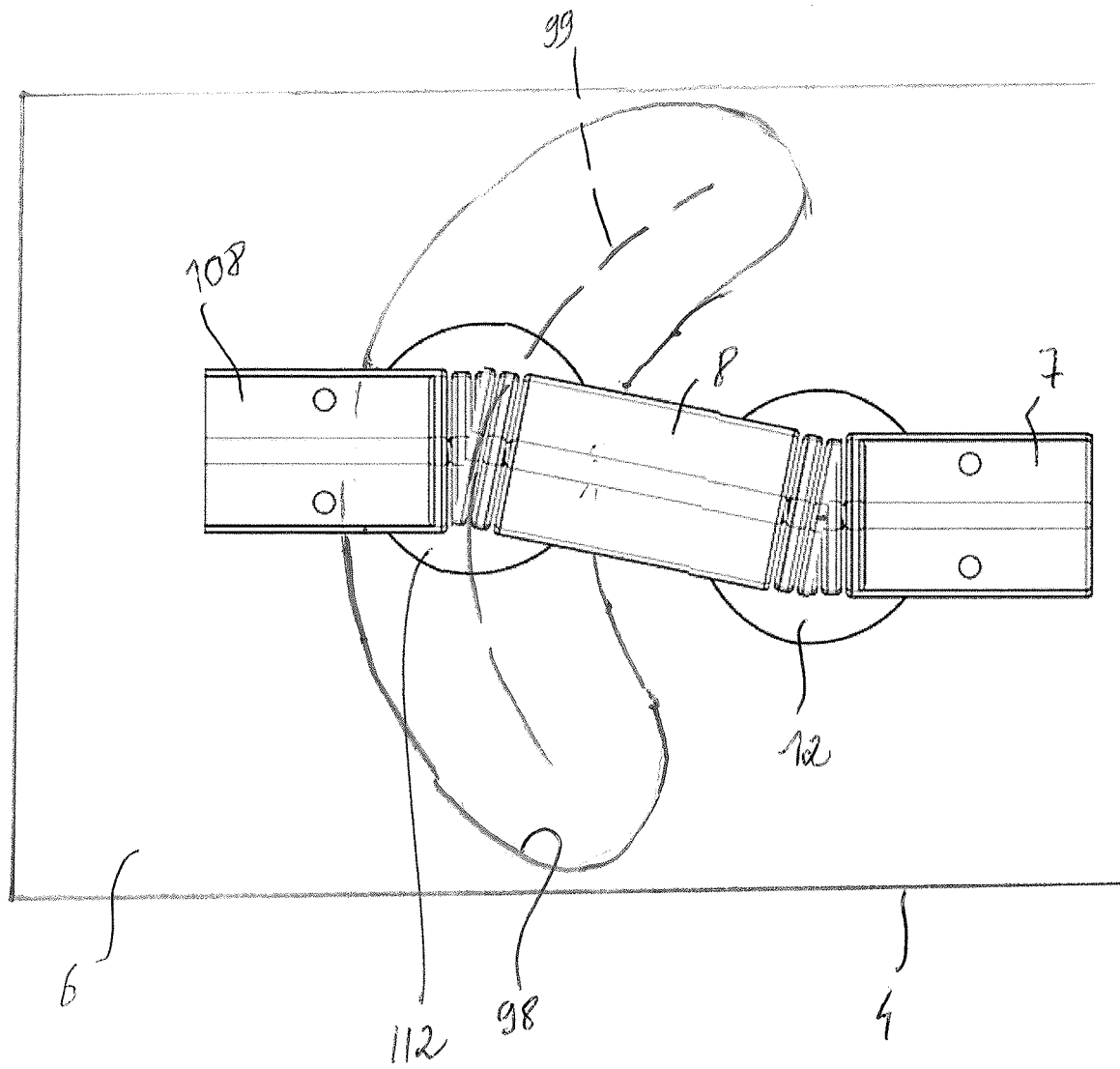


FIG. 15

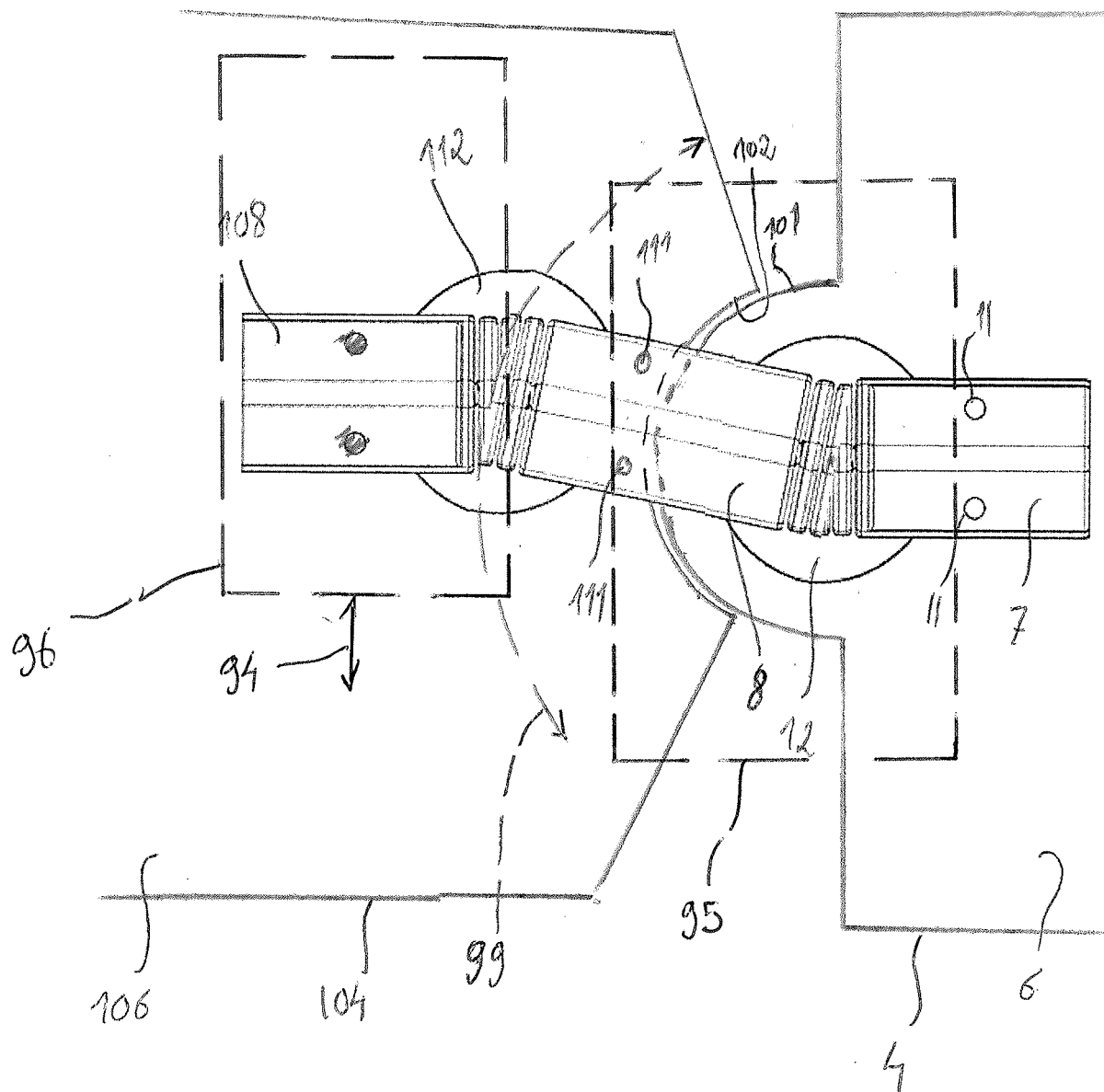


FIG. 16

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- KR 2010034795 A [0001] [0005]
- WO 2013010293 A [0006]
- FR 879977 A [0007]
- WO 2011048300 A [0068]