



(51) Classification internationale des brevets :  
B21D 26/12 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2015/081381

(22) Date de dépôt international :  
29 décembre 2015 (29.12.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
14 63412 29 décembre 2014 (29.12.2014) FR

(71) Déposant : ADM28 S.À.R.L [LU/LU]; 6 rue Eugène Rup-  
pert, L-2453 Luxembourg (LU).

(72) Inventeur : PLAUT, Eran; 4 Hadekel Street, 44925 Zofit  
(IL).

(74) Mandataire : CABINET PLASSERAUD; 66 rue de la  
Chaussée d'Antin, 75440 Paris Cedex 09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

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

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

Publiée :

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

(54) Title : ELECTROHYDRAULIC FORMING APPARATUS

(54) Titre : DISPOSITIF D'ELECTRO-HYDROFORMAGE

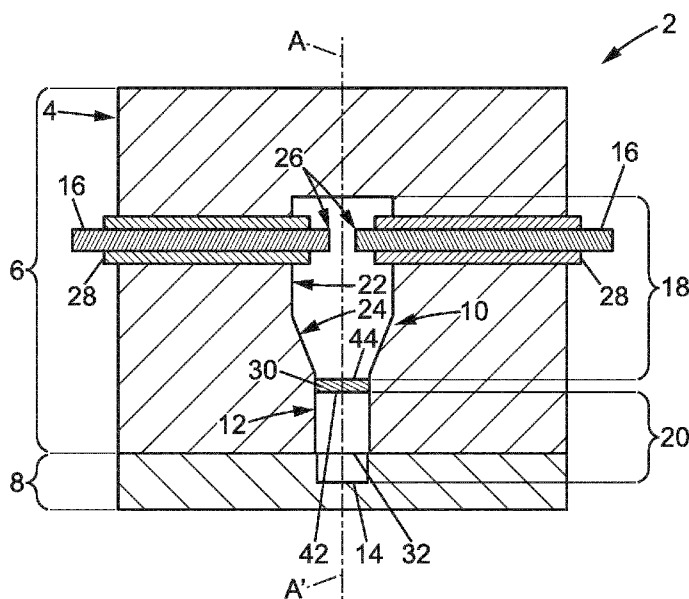


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to an elec-  
trohydraulic forming apparatus (2) comprising a  
mold (4) that has a top piece (6) and a bottom  
piece (8), a chamber (10) that includes a first re-  
gion (18) and a second region (20), a mold im-  
pression (14) in the second region (20), and  
electrodes (16), the end (26) of each of which is  
located in the first region (18); a piston (30) is  
sealingly mounted in a duct (12) in such a way  
as to be translatable and separates the first re-  
gion (18) from the second region (20) of the  
chamber (10).

(57) Abrégé : La présente invention concerne  
un dispositif d'électro-hydroformage (2) com-  
portant un moule (4) avec une partie supérieure  
(6) et une partie inférieure (8), une enceinte (10)  
présentant une première zone (18), une seconde  
zone (20), une empreinte de moule (14) posi-  
tionnée dans la seconde zone (20) et des élec-  
trodes (16) présentant des extrémités d'élec-  
trodes (26) positionnées dans la première zone  
(18), un piston (30) est monté mobile en transla-  
tion dans un conduit (12) avec étanchéité et sé-  
pare la première zone (18) de la seconde zone  
(20) de l'enceinte (10).

## **DISPOSITIF D'ÉLECTRO-HYDROFORMAGE**

La présente invention concerne un dispositif d'électro-hydroformage.

Les dispositifs d'électro-hydroformage sont de plus en plus utilisés pour la réalisation de pièces mécaniques. En effet, ces dispositifs de formage  
5 permettent d'obtenir des pièces d'aspect relativement complexe tout en maîtrisant les coûts de production. Ainsi, les industries de l'automobile et de l'aéronautique par exemple utilisent de tels dispositifs.

Un procédé d'hydroformage est un procédé de fabrication par déformation. Il permet la déformation plastique d'une pièce en métal d'une  
10 épaisseur relativement faible. Pour réaliser cette déformation, on utilise un fluide qui, lorsqu'il est mis sous pression, permet la déformation de ladite pièce sur un moule. Plusieurs techniques sont utilisées pour mettre le fluide sous pression.

Un des procédés utilisés est un procédé dit par électro-hydroformage.  
15 Ce procédé repose sur le principe d'une décharge électrique dans le fluide stocké dans une cuve. La quantité d'énergie électrique libérée engendre une onde dont la propagation dans le fluide est très rapide et permet la déformation plastique de la pièce mécanique contre le moule. Pour ce faire, des électrodes positionnées dans le fluide libèrent une charge électrique  
20 stockée dans des capacités de stockage d'énergie.

Pour réaliser cette déformation, une quantité non négligeable d'eau est nécessaire. En effet, la déformation de la pièce est proportionnelle au volume d'eau déplacée lors de l'explosion générée par l'arc électrique. De plus, une  
25 étape de vidange de la cuve est nécessaire après chaque explosion pour récupérer la pièce formée. Ainsi, de tels dispositifs sont généralement préférés pour la fabrication de pièce en petites séries.

Cependant, la génération d'arcs électriques engendre l'arrachement de matière au niveau des électrodes et provoque l'apparition de petites particules qui tombent par gravité sur la pièce positionnée au fond du moule.  
30 Ces particules provoquent alors des défauts dans la pièce déformée.

Le brevet US7493787 décrit un dispositif d'électro-hydroformage dans lequel une membrane est utilisée pour retenir deux volumes de liquide. Un

dispositif adapté pour générer une impulsion haute tension est couplé à des électrodes pour créer une onde de choc dans l'un des volumes de liquide. L'onde de choc ainsi générée est transférée à travers la membrane à l'autre volume de liquide permettant de déformer une pièce contre un moule. Grâce à  
5 l'utilisation de la membrane séparant les deux volumes de liquide, seulement le volume de liquide dans lequel est placée la pièce à déformer est à vidanger lors d'un changement de pièce, ce qui améliore la productivité. En outre, la pièce à former est protégée des particules provenant de l'usure des électrodes. Cependant, un tel dispositif est de conception relativement  
10 complexe car composé d'au moins trois parties. De plus, la solidité de la membrane affecte directement la fiabilité du dispositif. De surcroît, l'utilisation de la membrane ne permet qu'une transmission simple de l'onde de choc.

La présente invention a alors pour but de fournir un dispositif d'électro-hydroformage de conception relativement simple c'est-à-dire ne comprenant  
15 de préférence que deux parties avec une fiabilité améliorée par rapport aux dispositifs de l'art antérieur. De plus, la présente invention fournit avantageusement un dispositif d'électro-hydroformage ayant un coût de fabrication maîtrisé tout en respectant les normes en vigueur. Avantageusement, la pièce à former est protégée des particules provenant de  
20 l'usure des électrodes ce qui permet d'obtenir des pièces avec un état de surface souhaité.

A cet effet, la présente invention propose un dispositif d'électro-hydroformage comportant un moule avec une partie supérieure et une partie inférieure, une enceinte présentant une première zone, une seconde zone,  
25 une empreinte de moule positionnée dans la seconde zone et des électrodes présentant des extrémités d'électrodes positionnées dans la première zone, caractérisé en ce qu'un piston est monté mobile en translation dans un conduit avec étanchéité et sépare la première zone de la seconde zone de l'enceinte.

Grâce à l'utilisation du piston, la fiabilité du dispositif d'électro-  
30 hydroformage est améliorée. De plus, la productivité est également améliorée car il n'est pas nécessaire de vidanger la totalité du liquide contenu dans le moule du dispositif d'électro-hydroformage.

Pour éviter un potentiel risque de blocage du piston dans le conduit, le piston peut présenter des premiers moyens de guidage complémentaires de seconds moyens de guidage du conduit.

Dans un exemple de réalisation, les moyens de guidage présentent  
5 trois nervures permettant de limiter à un les degrés de liberté du piston.

En variante, les seconds moyens de guidage présentent trois rainures permettant ainsi d'optimiser des déplacements en translation du piston dans le conduit.

Pour optimiser la déformation d'une pièce positionnée sur l'empreinte  
10 de moule, le piston présente une première face ayant une forme plane et dirigée vers l'empreinte de moule.

Dans une variante, le piston peut présenter une première face ayant une forme choisie parmi l'ensemble des formes concaves et convexes et dirigée vers l'empreinte de moule.

15 Pour optimiser le déplacement du piston dans l'enceinte, le piston présente une seconde face adaptée à la forme de l'enceinte et dirigée vers la première zone.

Dans une variante, le piston présente par exemple une seconde face ayant une forme choisie parmi l'ensemble des formes concaves et convexes et  
20 dirigée vers la première zone.

Pour éviter que le piston tombe dans la partie inférieure du moule, le conduit peut présenter une butée adaptée pour maintenir le piston. Dans cet un exemple de réalisation, un ressort peut être positionné entre le piston et la butée permettant d'améliorer la reproductibilité des détails sur des pièces à  
25 déformer. En effet, grâce à la présence du ressort, le piston est ramené à une altitude déterminée et identique après chaque vidange du moule.

Des détails et avantages de la présente invention apparaitront mieux de la description qui suit, faite en référence au dessin schématique annexé sur lequel :

30 La figure 1 est une vue schématique simplifiée en coupe transversale d'un dispositif d'électro-hydroformage selon la présente invention,

La figure 2 est une vue schématique simplifiée correspondant à la

figure 1 dans une autre position,

La figure 3 est une vue schématique agrandie et simplifiée d'un détail de réalisation d'un autre mode de réalisation de l'invention, et

La figure 4 représente différentes formes de pistons.

5 La figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif d'électro-hydroformage 2 comportant un moule 4 présentant une partie supérieure 6, une partie inférieure 8, une enceinte 10, un conduit 12, une empreinte de moule 14 positionnée dans la partie inférieure 8 et des électrodes 16.

10 Un tel dispositif d'électro-hydroformage 2 peut être disposé sur un bâti (non représenté sur les figures) réalisé en un métal ou en un alliage métallique comme par exemple en acier trempé.

La partie supérieure 6 du moule 4 est dans l'exemple de réalisation illustré au dessin placée au-dessus de la partie inférieure 8 du moule 4. La  
15 partie inférieure 8 est fixée à la partie supérieure 6 à l'aide par exemple de moyens de serrage (non représentés sur les figures). Préférentiellement, le moule 4 (comprenant la partie supérieure 6 et la partie inférieure 8) est composé d'un matériau à forte densité comme par exemple un métal ou un alliage métallique.

20 L'enceinte 10 présente une première zone 18, une seconde zone 20 et le conduit 12. Comme illustré à la figure 1, l'enceinte 10 présente une première paroi 22 ayant une forme de révolution par rapport à un axe A-A' et est par exemple de forme cylindrique avec un diamètre déterminé.

L'enceinte 10 présente également une seconde paroi 24 de forme  
25 tronconique raccordée à d'une part la première paroi 22 et d'autre part au conduit 12.

L'enceinte 10 est également adaptée pour recevoir dans la première zone 18 des extrémités 26 des électrodes 16. Les électrodes 16 sont des électrodes haute tension (plusieurs dizaines de kV). Celles-ci sont ici  
30 maintenues perpendiculairement à l'axe de révolution A-A' (figure 1). Afin d'isoler les électrodes 16 du moule 4 un manchon isolant 28 est utilisé.

Les électrodes 16 présentent également un espace inter-électrodes

réglable et modifiable qui permet de maîtriser un déclenchement d'un arc électrique entre celles-ci.

Il est utilisé un dispositif de stockage électrique (non représenté sur les figures) adapté pour stocker une quantité d'énergie électrique suffisante à la  
5 génération d'au moins un arc électrique entre les électrodes 16. Afin de maîtriser la quantité d'énergie électrique délivrée par le dispositif de stockage électrique sur les électrodes 16, un générateur d'impulsions (non représenté sur les figures) est couplé au dispositif de stockage d'énergie. Le générateur d'impulsions ainsi que le dispositif de stockage électrique étant connus de  
10 l'homme de l'art, ils ne sont pas présentés dans la présente description.

Dans un mode de réalisation préféré, le conduit 12 présente une forme circulaire cylindrique et présente une longueur déterminée suffisante pour permettre des déplacements d'un piston 30 correspondant à la déformation à apporter à une pièce placée face à l'empreinte de moule 14. Le conduit 12 est  
15 également adapté à l'empreinte de moule 14.

La partie inférieure 8 reçoit l'empreinte de moule 14 qui définit la forme finale à donner à la pièce 32 que l'on souhaite réaliser par Electro-Hydro-Formage (EHF). L'empreinte de moule 14 peut présenter en fonction de la complexité de la forme de la pièce 32 à déformer un grand facteur de forme  
20 avec des détails d'une grande précision.

Également, la partie inférieure 8 peut comporter une canalisation (non représentée sur les figures) couplée à des moyens pour faire le vide (non représentés sur les figures) pour supprimer toute présence d'air entre la pièce 32 et l'empreinte de moule 14. Ainsi, pendant un procédé de formage de la  
25 pièce 32, aucune contre réaction (provoquée par la présence d'air entre la pièce 26 et l'empreinte de moule 14) ne s'oppose à la déformation de la pièce 32.

Le piston 30 est monté mobile en translation dans le conduit 12 avec étanchéité et forme la séparation entre la première zone 18 et la seconde zone  
30 20 de l'enceinte 10. La première zone 18 est remplie d'un premier fluide et la seconde zone 20 est remplie d'un second fluide.

Dans un mode de réalisation préféré considéré ici, le premier fluide et

le second fluide sont de l'eau. Avantageusement, grâce à la présence du piston 30 dans le conduit 12, l'eau contenue dans la première zone 18 est isolée de l'eau contenue dans la seconde zone 20 de l'enceinte 10. Ainsi, des particules arrachées des extrémités 26 des électrodes 16 sont arrêtées par le piston 30 et n'atteignent pas la pièce 32. Il est à noter, comme illustré aux figures 1 et 2, que la première zone 18 et la seconde zone 20 varient en fonction du positionnement du piston 30 dans le conduit 12.

Le piston 30 est par exemple en un matériau identique au matériau du moule 4. Avantageusement, afin d'assurer l'étanchéité entre la première zone 18 et la seconde zone 20, le piston 30 présente un diamètre identique au diamètre du conduit 12. Le piston 30 est monté mobile en translation dans le conduit 12 permettant ainsi des mouvements en translation selon l'axe de symétrie A-A' d'une première position (figure 1) à une seconde position (figure 2).

Pour optimiser l'étanchéité entre la première zone 18 et la seconde zone 20, il peut être utilisé des moyens d'étanchéité comme par exemple des anneaux élastiques 38 positionnés entre le piston 30 et le conduit 12.

La figure 3 représente une vue partielle en coupe du dispositif d'électro-hydroformage 2 avec les deux anneaux élastiques 38. Dans une variante de réalisation, pour améliorer la tenue des anneaux élastiques 38 sur le piston 30, ce dernier peut comporter des rainures (non représentées sur les figures) de forme et de profondeur adaptées pour recevoir et maintenir les anneaux élastiques 38 qui forment un joint d'étanchéité entre le piston 30 et le conduit 12.

Également, pour éviter une rotation autour de l'axe A-A' lors des mouvements de translation du piston 30 dans le conduit 12, et ainsi éviter tout risque de blocage du piston 30, il est, dans un mode de réalisation, prévu que le conduit 12 comporte au moins une rainure (non représentée sur les figures) et que le piston 30 comporte au moins une nervure. La rainure du conduit 12 est adaptée pour coopérer avec la nervure du piston 30.

Dans un souci d'amélioration de la fiabilité du dispositif d'électro-hydroformage 2, le piston 30 peut comporter trois nervures équi-réparties

autour du piston 30, et le conduit 12 peut comporter trois rainures équi-réparties, les nervures étant placées en face des rainures. Ainsi, le piston 30 a un seul degré de liberté et les forces sont mieux réparties lors du passage de la première position (figure 1) à la seconde position (figure 2) ce qui améliore la durée de vie du dispositif d'électro-hydroformage 2.

Dans une variante de réalisation, pour empêcher le piston 30 de sortir du conduit 12, ce dernier présente une butée 40 comme illustré à la figure 3. Préférentiellement, la butée 40 est positionnée sur une partie basse du conduit 12. En outre, cette butée 40 permet également d'éviter que le piston 30 sorte et/ou tombe hors du conduit 12 lorsque la seconde zone 20 de l'enceinte 10 est vidangée.

Dans une variante, pour faciliter le repositionnement du piston 30, un ressort (non représenté sur les figures) peut être utilisé. Le ressort est par exemple positionné sur une bordure extérieure d'une première face 42 du piston 30 et prend appui sur la butée 40. Le ressort permet alors de ramener le piston 30 dans sa première position après une étape de procédé d'EHF de la pièce 32 placée dans l'empreinte de moule 14.

Le passage de la première position à la seconde position du piston 30 comme présenté précédemment dans la description est réalisé par la propagation d'une première onde générée par un arc électrique au niveau des électrodes 16. La première onde ainsi générée se propage dans la première zone 18 perpendiculairement à l'axe A-A' vers le piston 30 et plus précisément vers une seconde face 44 du piston 30.

La première onde présente une énergie qui dépend entre autres de la puissance de l'arc électrique. Le déplacement du piston 30 dans le conduit 12 permet de transférer presque toute l'énergie de la première onde à l'eau contenue dans la seconde zone 20 donnant naissance à une seconde onde. La seconde onde ainsi créée se propage vers l'empreinte de moule 14 afin de déformer la pièce 32 disposée sur celle-ci.

Avantageusement, l'utilisation d'un dispositif d'électro-hydroformage 2 avec le piston 30 positionné dans le conduit 12 pour isoler la première zone 18 de la seconde zone 20 permet l'amélioration de la qualité de la pièce 32. En



effet, lors du déclenchement de l'arc électrique au niveau des électrodes 16, une quantité relativement faible de matériau est arrachée des électrodes et forme des particules qui tombent dans le fluide, ici de l'eau. Ces particules une fois arrachées tombent par gravité sur le piston 30 et ne parviennent pas à la  
5 pièce 32 contrairement aux dispositifs de l'art antérieur qui comprennent un seul volume de fluide.

De plus, l'utilisation du piston 30 dans le conduit 12 pour isoler l'eau contenue dans la première zone 18 de l'eau contenue dans la seconde zone 20 permet avantageusement, de diminuer la durée nécessaire pour le  
10 remplissage et la vidange de l'eau contenue dans la seconde zone 20.

Ainsi, le déplacement du piston 30 de sa première position à sa seconde position se fait sans résistance et peut ainsi être réalisé dans un temps relativement court, par exemple inférieur à une milliseconde, ce qui permet d'obtenir une déformation rapide de la pièce 32 et ainsi obtenir une  
15 meilleure déformation de la pièce 32.

Afin d'améliorer le transfert d'énergie entre la première onde et la seconde onde, la seconde face 44 du piston 30 peut présenter par exemple, une forme concave et la première face 42 du piston 30 peut présenter une forme convexe (figure 4d). Ainsi la propagation de la seconde onde dans la  
20 partie inférieure 8 est optimisée améliorant la qualité de déformation de la pièce 32 après déformation.

Dans d'autres exemples de réalisation, comme illustré aux figures 4d à 4f, la première face 42 peut avoir un rayon de courbure plus ou moins important. Ainsi, en fonction du rayon de courbure sélectionné, il est possible  
25 d'améliorer la focalisation de la seconde onde sur la pièce 32 afin d'optimiser sa déformation.

La première face 42 et la seconde face 44 peuvent également avoir d'autres formes comme illustrées aux figures 4a à 4c avec des courbures plus ou moins importantes permettant d'optimiser la déformation de la pièce 32.  
30 Egalement, le piston 30 peut présenter une forme rectangulaire permettant d'éviter toutes rotations dans le conduit 12.

De manière plus générale, la première face 42 est de forme adaptée à

la déformation à réaliser sur la pièce 32 et la seconde face 44 est de forme adaptée à la forme de la première zone 18.

La présente invention propose donc un dispositif d'électro-hydroformage comprenant un moule présentant une enceinte avec un conduit et un piston positionné dans ledit conduit ainsi qu'une empreinte de moule. Le moule proposé ici est composé seulement de deux parties facilitant son assemblage et limitant son coût de fabrication. L'utilisation du piston dans le conduit pour séparer une première zone d'une seconde zone permet de limiter le volume de fluide à vidanger entre deux phases de fabrication et d'améliorer le gain de productivité. En effet, le temps de fabrication d'une pièce correspond au temps nécessaire pour positionner une pièce sur l'empreinte de moule, remplir de fluide l'enceinte, refermer l'enceinte et déclencher un arc électrique avant la vidange du fluide. De plus, grâce à la présence de deux volumes de fluide séparés, les particules arrachées des électrodes lors du déclenchement de l'arc électrique ne tombent pas sur la pièce à former ce qui permet de ne pas en altérer la qualité.

La présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites ci-dessus à titre d'exemples non limitatifs et aux formes représentées sur le dessin et aux autres variantes évoquées mais elle concerne toute forme de réalisation à la portée de l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.

**REVENDICATIONS**

1. Dispositif d'électro-hydroformage (2) comportant un moule (4) avec une partie supérieure (6) et une partie inférieure (8), une enceinte (10) présentant une première zone (18), une seconde zone (20), une empreinte de moule (14) positionnée dans la seconde zone (20) et des électrodes (16) présentant des extrémités d'électrodes (26) positionnées dans la première zone (18), caractérisé en ce qu'un piston (30) est monté mobile en translation dans un conduit (12) avec étanchéité et sépare la première zone (18) de la seconde zone (20) de l'enceinte (10).
2. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le piston (30) présente des premiers moyens de guidage complémentaires de seconds moyens de guidage du conduit (12).
3. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon la revendication 2, caractérisé en ce que les premiers moyens de guidage présentent trois nervures.
4. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les seconds moyens de guidage présentent trois rainures.
5. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le piston (30) présente une première face (42) ayant une forme plane et dirigée vers l'empreinte de moule (14).
6. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le piston (30) présente une première face (42) ayant une forme choisie parmi l'ensemble des formes concaves et convexes et dirigée vers l'empreinte de moule (14).

7. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le piston (30) présente une seconde face (44) ayant une forme plane et dirigée vers la première zone (18).
- 5    8. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le piston (30) présente une seconde face (44) ayant une forme choisie parmi l'ensemble des formes concaves et convexes et dirigée vers la première zone (18).
- 10   9. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le conduit (30) présente une butée (40) adaptée pour maintenir le piston (30).
- 15   10. Dispositif d'électro-hydroformage (2) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'un ressort est positionné entre le piston (30) et la butée (40).

1/2

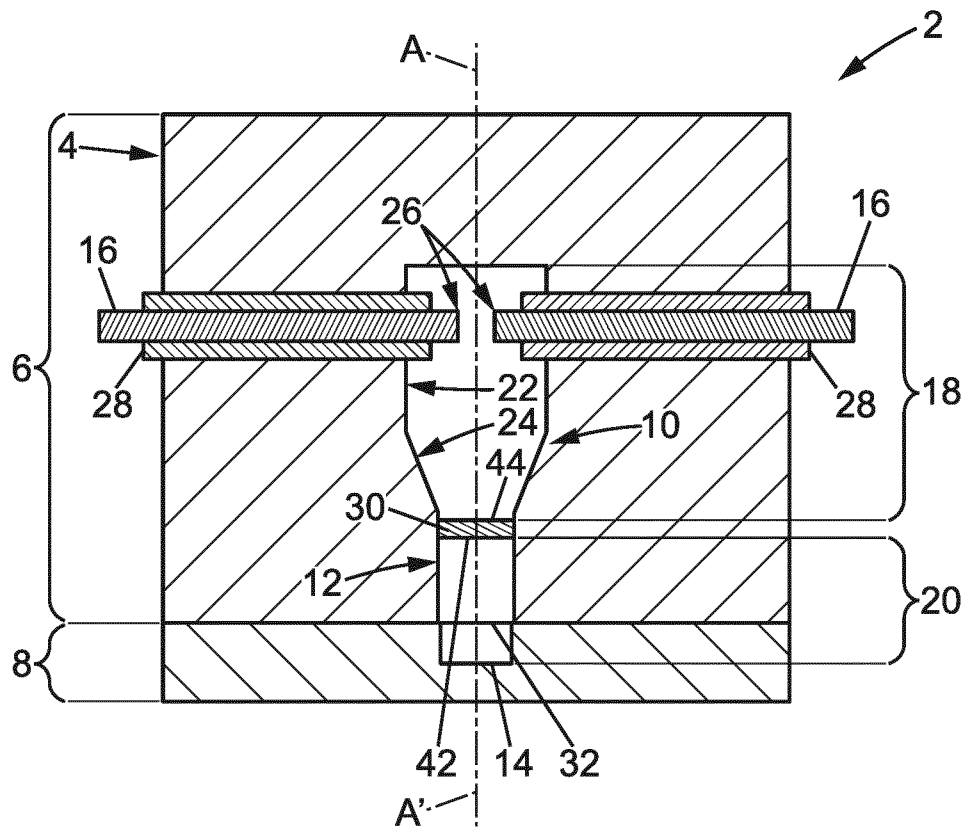


FIG. 1

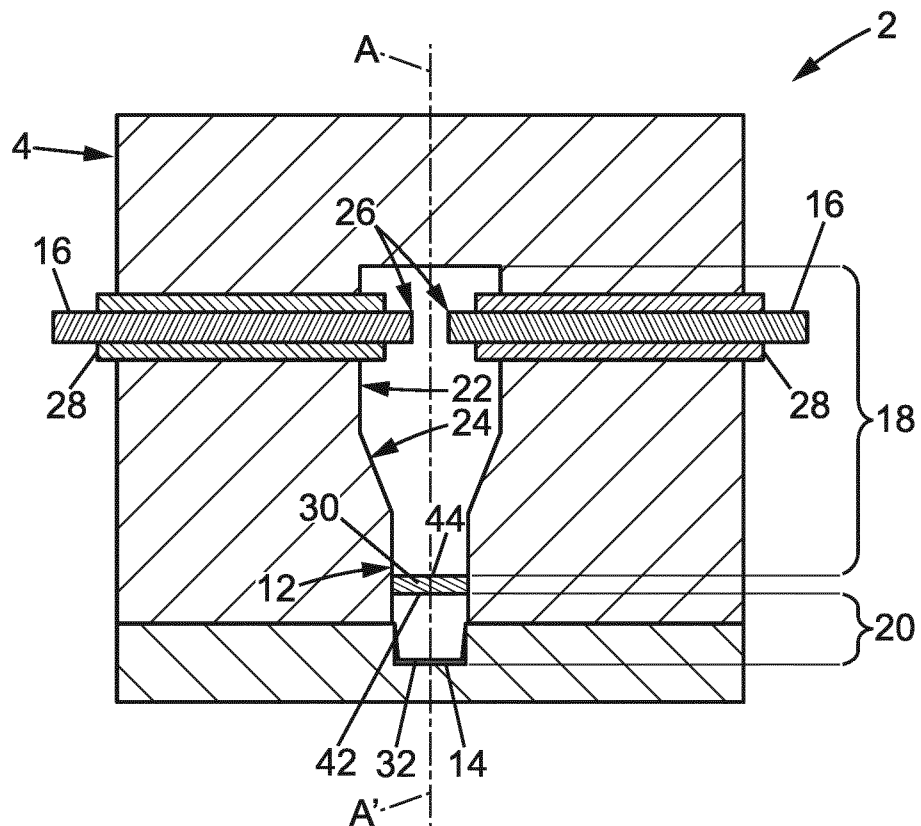


FIG. 2

2/2

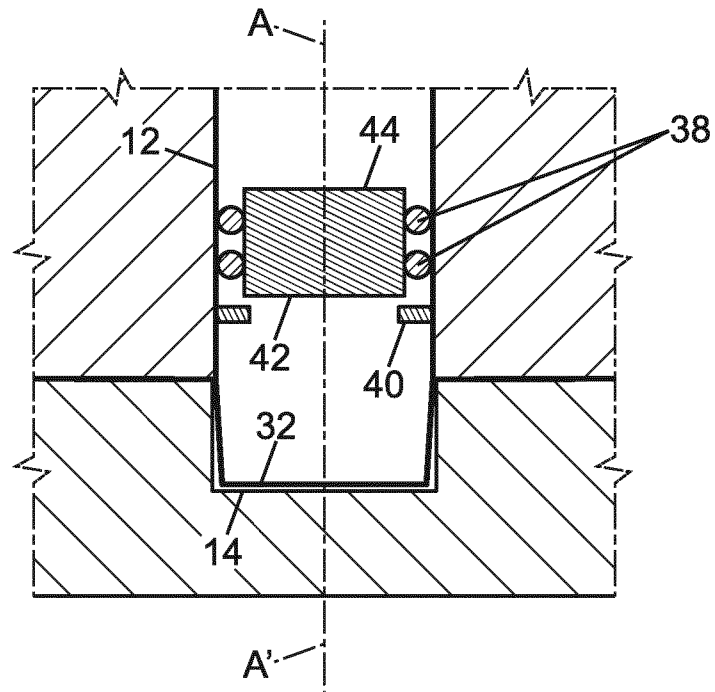


FIG. 3

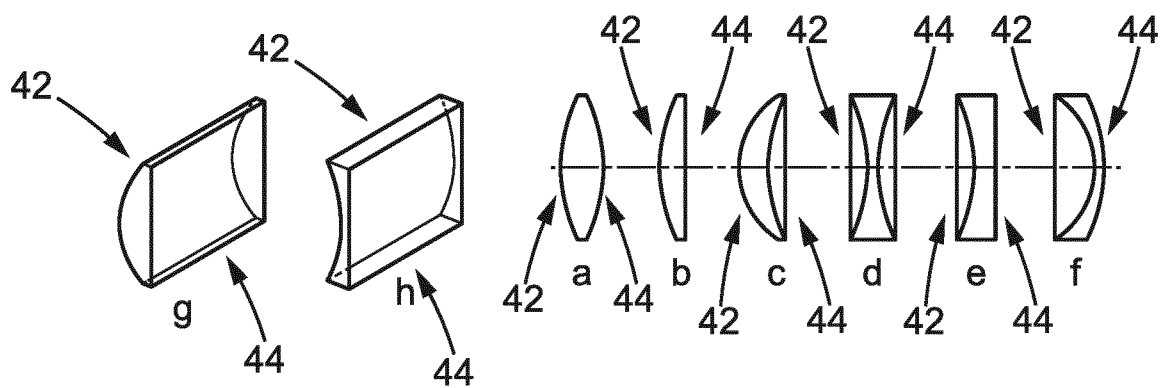


FIG. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/081381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B21D26/12  
ADD.

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

## B. FIELDS SEARCHED

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

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

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

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7 493 787 B2 (GOLOVASHCHENKO SERGEY [US] ET AL) 24 February 2009 (2009-02-24) cited in the application figures 1,2	1-10
A	US 6 591 649 B1 (GAFRI OREN [IL] ET AL) 15 July 2003 (2003-07-15) figure 1	1-10
A	US 3 566 647 A (INOUE KIYOSHI) 2 March 1971 (1971-03-02) figure 2	1-10
A	US 2010/154502 A1 (JOHNSON-MORKE LINDA M [US] ET AL) 24 June 2010 (2010-06-24) figure 1	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 2016

Date of mailing of the international search report

19/04/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Vinci, Vincenzo

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/081381

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7493787	B2	24-02-2009	NONE
US 6591649	B1	15-07-2003	AU 1681299 A 19-07-1999
		CN 1284017 A	14-02-2001
		EP 1054745 A2	29-11-2000
		IL 122795 A	10-02-2002
		JP 2001526962 A	25-12-2001
		US 6591649 B1	15-07-2003
		WO 9933590 A2	08-07-1999
US 3566647	A	02-03-1971	NONE
US 2010154502	A1	24-06-2010	NONE



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/081381

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. B21D26/12  
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
B21D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 7 493 787 B2 (GOLOVASHCHENKO SERGEY [US] ET AL) 24 février 2009 (2009-02-24) cité dans la demande figures 1,2	1-10
A	US 6 591 649 B1 (GAFRI OREN [IL] ET AL) 15 juillet 2003 (2003-07-15) figure 1	1-10
A	US 3 566 647 A (INOUE KIYOSHI) 2 mars 1971 (1971-03-02) figure 2	1-10
A	US 2010/154502 A1 (JOHNSON-MORKE LINDA M [US] ET AL) 24 juin 2010 (2010-06-24) figure 1	1-10



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 avril 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/04/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

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

Fonctionnaire autorisé

Vinci, Vincenzo

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/081381

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 7493787	B2	24-02-2009	AUCUN	
US 6591649	B1	15-07-2003	AU 1681299 A	19-07-1999
			CN 1284017 A	14-02-2001
			EP 1054745 A2	29-11-2000
			IL 122795 A	10-02-2002
			JP 2001526962 A	25-12-2001
			US 6591649 B1	15-07-2003
			WO 9933590 A2	08-07-1999
US 3566647	A	02-03-1971	AUCUN	
US 2010154502	A1	24-06-2010	AUCUN	