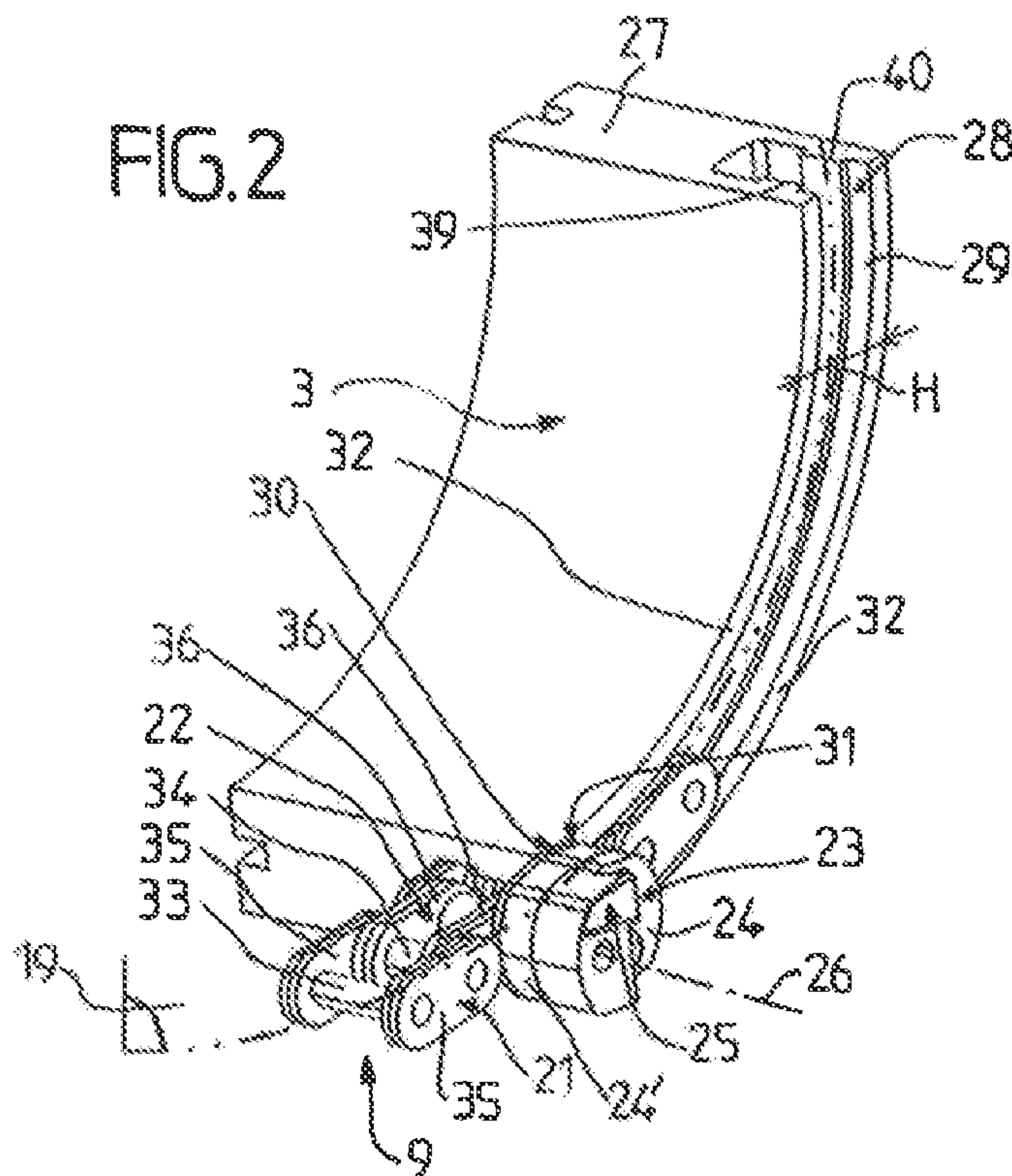




(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2014/06/18  
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2014/12/24  
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2015/12/01  
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2014/051516  
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2014/202907  
 (30) **Priorité/Priority:** 2013/06/19 (FR1355773)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. B27B 17/00** (2006.01),  
**B23D 57/02** (2006.01)  
 (71) **Demandeur/Applicant:**  
MECACHROME FRANCE, FR  
 (72) **Inventeurs/Inventors:**  
BONNET, CEDRIC, FR;  
DE PONNAT, ARNAUD, FR;  
MARTIN, OLIVIER, FR;  
LOISON, LUDOVIC, FR;  
BOSELUT, ANTOINE, FR;  
DE OLIVEIRA CUNHA, FREDERIC, FR  
 (74) **Agent:** GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) **Titre : DISPOSITIF ET PROCEDE DE DECOUPE DE PIECES EN MATERIAU METALLIQUE OU COMPOSITE ET PIECES  
OBTENUES AVEC UN TEL PROCEDE**  
 (54) **Title: DEVICE AND METHOD FOR CUTTING PARTS CONSISTING OF A METAL OR COMPOSITE MATERIAL AND PARTS  
PRODUCED WITH SUCH A METHOD**



(57) **Abrégé/Abstract:**

La présente invention concerne un dispositif, un procédé et un ensemble de pièces obtenues par découpe dans un bloc B en matériau métallique ou composite suivant une trajectoire déterminée. Le dispositif comprend un guide (3) formant ladite trajectoire

**(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

et un support (chaîne 9) monté coulissant dans le guide, comportant un flan latéral (23) muni d'au moins une plaquette (24) de coupe comprenant une arête (25) de coupe en saillie agencée pour effectuer la découpe dans une direction normale (26) par rapport au flan.

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
24 décembre 2014 (24.12.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2014/202907 A1**(51) Classification internationale des brevets :  
B27B 17/00 (2006.01) B23D 57/02 (2006.01)Tours (FR). **BOSSELUT, Antoine**; 15 rue de la Vieille Poste, F-37530 Limeray (FR). **DE OLIVEIRA CUNHA, Frédéric**; 7 allée Jacques Prévert, F-37400 Amboise (FR).(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2014/051516(74) Mandataire : **CABINET BENECH**; 146 - 150, avenue des Champs-Élysées, 75008 Paris (FR).(22) Date de dépôt international :  
18 juin 2014 (18.06.2014)

(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, LT, 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.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

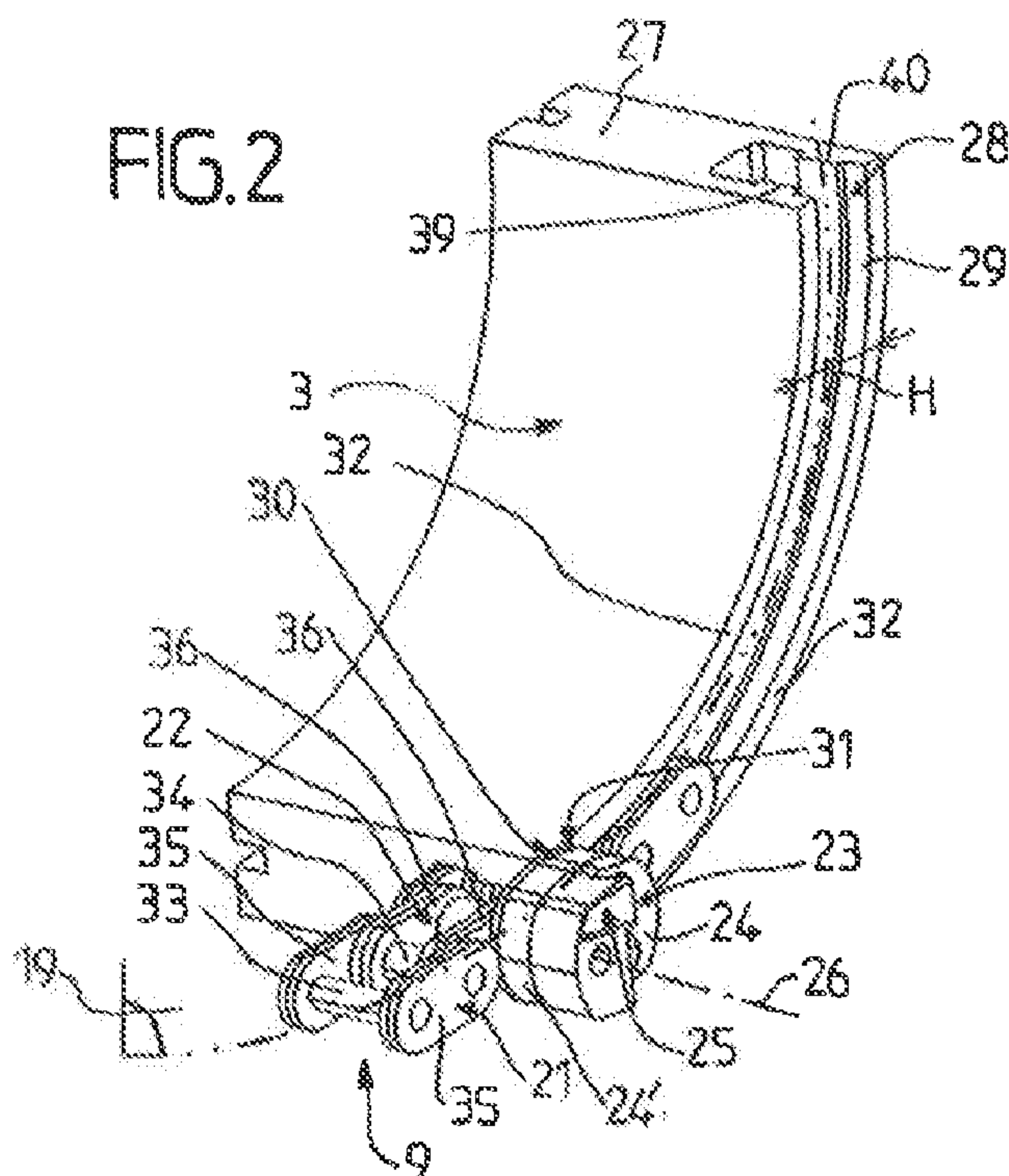
(30) Données relatives à la priorité :  
1355773 19 juin 2013 (19.06.2013) FR(71) Déposant : **MECACHROME FRANCE** [FR/FR]; Z.i De La Boitardiere, Bp 20300 Rue De Saint Regle, F-37403 Amboise Cedex (FR).(72) Inventeurs : **BONNET, Cedric**; 1, rue des Maraîchers, F-41000 Blois (FR). **DE PONNAT, Arnaud**; 20 rue du Peu Morier, F-37210 Vouvray (FR). **MARTIN, Olivier**; 7 rue des Paillards, F-45230 Sainte Genevieve Des Bois (FR). **LOISON, Ludovic**; 7 rue François le Borgne, F-37100

(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE AND METHOD FOR CUTTING PARTS CONSISTING OF A METAL OR COMPOSITE MATERIAL AND PARTS PRODUCED WITH SUCH A METHOD

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE DE DECOUPE DE PIÉCES EN MATERIAU METALLIQUE OU COMPOSITE ET PIÉCES OBTENUES AVEC UN TEL PROCÉDE.



(57) Abstract : The invention relates to a device, a method and an assembly of parts produced by cutting in a block B of metal or composite material, following a determined trajectory. The device comprises a guide (3) forming said trajectory and a support (chain 9) mounted in the guide in a sliding manner, comprising a lateral blank (23) provided with at least one cutting plate (24) comprising a protruding cutting edge (25) arranged so as to carry out the cutting in a normal direction (26) in relation to the blank.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif, un procédé et un ensemble de pièces obtenues par découpe dans un bloc B en matériau métallique ou composite suivant une trajectoire déterminée. Le dispositif comprend un guide (3) formant ladite trajectoire et un support (chaîne 9) monté coulissant dans le guide, comportant un flan latéral (23) muni d'au moins une plaquette (24) de coupe comprenant une arête (25) de coupe en saillie agencée pour effectuer la découpe dans une direction normale (26) par rapport au flan.

**WO 2014/202907 A1** 

---

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))

**DISPOSITIF ET PROCEDE DE DECOUPE DE PIECES EN  
MATERIAU METALLIQUE OU COMPOSITE ET PIECES OBTENUES  
AVEC UN TEL PROCEDE**

5 La présente invention concerne un dispositif de découpe d'une pièce en matériau métallique ou composite suivant une trajectoire déterminée.

Elle concerne également un procédé de découpe suivant une trajectoire déterminée d'une telle pièce  
10 métallique ou composite, ainsi que les pièces obtenues avec un tel procédé.

Elle trouve une application particulièrement importante bien que non exclusive dans le domaine de la découpe de pièces mécaniques de dureté importante,  
15 c'est à dire d'une dureté Rockwell supérieure à 30, notamment pour la formation d'ébauches de pièces en matériau métallique (notamment aluminium, titane, aciers) ou composite (notamment avec matrices therm durcissable ou thermoplastique et fibres de  
20 carbone) par exemple utilisables dans l'aéronautique.

Plus précisément et en cas de fabrication d'une pièce mécanique métallique il est connu de partir d'un bloc de matière, dit brut, par exemple de fonderie, puis de l'usiner pour obtenir ainsi une  
25 ébauche (semi produit) de la pièce recherchée. Cette ébauche est ensuite affinée pour la formation du produit fini.

Plus l'ébauche résultante est proche de la forme finale désirée, moins il est nécessaire de  
30 retravailler la pièce et plus les chutes de matière sont faibles.

Il existe donc un besoin pour un dispositif et un procédé permettant de produire avec précision des formes complexes dans un brut, et ce de façon aussi proche que possible de la forme de la pièce, ce qui permet de limiter le nombre d'étapes et les pertes de matière.

On connaît déjà des dispositifs de scie à lame ou à chaîne adaptés pour effectuer des découpes selon des trajectoires déterminées.

Mais ces dispositifs concernent d'une part le sciage selon des trajectoires rectilignes et d'autre part la découpe de matériaux tendres et/ou fibreux tel que le bois.

Ils ne sont donc pas adaptés pour la formation d'ébauches de pièces métalliques ou composites plus dures. Ils ne permettent pas non plus des trajectoires complexes.

Il est aussi connu [DE 20 2004 007 148] un dispositif comprenant un guide de chaîne muni de dents avec arêtes de coupe en saillie.

Un tel dispositif ne permet cependant pas de découpe dans la largeur et/ou la longueur d'une tôle (c'est à dire dans ses grandes dimensions) mais seulement dans le sens de l'épaisseur. Elle ne permet pas non plus et notamment de découpe avec une trajectoire compliquée, comme c'est le cas d'une trajectoire sinusoïdale.

On connaît également des dispositifs de découpe par électro-érosion ou découpe à fil, par jet d'eau ou au laser.

Si ici ces techniques peuvent être utilisées pour l'usinage de formes complexes, encore faut-il qu'elles soient formées de surfaces réglées (génératrices rectilignes) et sur de faibles  
5 profondeurs de découpe (préférentiellement  $\leq 300$  mm).

La présente invention vise à fournir un dispositif et un procédé de découpe répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'elle permet un gain de temps  
10 d'usinage par rapport aux techniques connues, en ce qu'elle autorise des découpes, avec un débit copeaux supérieur, de formes complexes, permettant des trajectoires avec des changements de direction nombreux et rapprochés, et ce sur des longueurs et/ou  
15 des largeurs de pièces de dimensions importantes.

Par dimensions importantes on entend des dimensions de pièces à découper, supérieures à 600 mm, par exemple supérieures à 1m, 1m50 ou 2m voire plus.

L'épaisseur du bloc dans lequel les pièces sont découpées peut par contre et quant à elle être inférieure à 300 mm (souvent le cas dans l'aéronautique) ou supérieure, voire supérieure à 600 mm, et ce de façon non limitative. Elle peut par  
20 exemple, être inférieure à 200 mm, par exemple de l'ordre de 100 mm, la limite étant celle de l'épaisseur des pièces obtenues et de la taille transversale de la fente de découpe.

La présente invention permet également une  
30 économie de matière par pièce produite (jusqu'à 30%

par rapport à l'art antérieur) du fait de la maîtrise de la géométrie de la forme de la découpe.

Elle autorise et concerne aussi, dans un de ses modes de réalisation, l'imbrication de plusieurs  
5 ébauches complexes dans un même brut et/ou part notamment de l'idée de faire pénétrer progressivement le système de découpe à l'intérieur du bloc, non seulement la partie coupante, à savoir les plaquettes de coupe, mais également sa partie guidante à savoir  
10 son guide.

Pour ce faire, l'invention propose essentiellement un dispositif de découpe d'une pièce dans un bloc en matériau métallique ou composite suivant une trajectoire déterminée, comprenant un guide formant  
15 ladite trajectoire et un support d'au moins un élément de coupe, souple ou articulé, caractérisé en ce que le support est monté coulissant dans le guide, et en ce qu'il comporte un flan latéral muni d'au moins une plaquette de coupe formant l'élément de  
20 coupe, comprenant une arête de coupe en saillie agencée pour effectuer la découpe dans une direction normale par rapport au dit flan.

Avantageusement le guide forme une trajectoire avec au moins un changement de direction.

25 Par trajectoire avec au moins un changement de direction on entend une trajectoire rectiligne ou courbe dans le plan parallèle au dit flan de la chaîne qui présente au moins un angle ou un point d'inflexion.

Plus avantageusement, le guide forme une trajectoire présentant au moins deux points d'inflexion.

Par trajectoire avec au moins deux points d'inflexion on entend une trajectoire rectiligne ou courbe dans le plan parallèle au flan qui présente au moins deux changements de concavité ou au moins deux séries de deux angles opposés par rapport au même côté.

Autrement dit on entend une trajectoire par exemple droite changeant de direction au moins quatre fois dans ledit plan axial, et/ou engendrant une ligne de coupe avec au moins deux ondulations et/ou quatre angles opposés deux à deux par rapport à un côté (par exemple supérieur à  $5^\circ$ ) par rapport à la dite droite.

Dans un mode de réalisation avantageux le support est une chaîne sans fin.

Egalement avantageusement, le guide comprend une enceinte longitudinale, de passage du support ou de la chaîne, de largeur déterminée, et la ou les plaquettes sont agencées pour effectuer la découpe sur une largeur supérieure à la dite largeur déterminée.

L'enceinte est par exemple une chappe, ou une pince ou une rainure.

Par largeur, on entend la dimension dans le plan longitudinal parallèle au flan et orthogonal à la trajectoire.

En d'autres termes, dans ce mode de réalisation, la ou les plaquettes de découpe et leurs arêtes de

coupe ont un encombrement hors tout (ou largeur) supérieur en largeur à celui du guide.

Une telle disposition va permettre l'introduction des maillons, des plaquettes de coupe ainsi que du  
5 guide dans le bloc de matière, c'est-à-dire le brut, et ce au fur et à mesure de la découpe et sur toute l'épaisseur dudit bloc.

Cette introduction complète permise par la disposition latérale de maintien du dispositif et  
10 l'attaque normale par rapport au flan de la chaîne, des plaquettes de coupe, et ce selon la trajectoire déterminée de la chaîne, autorise plus particulièrement des géométries complexes de la découpe de la pièce.

15 Dans des modes de réalisation avantageux, on a par ailleurs et/ou de plus recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- le guide comprend une enceinte longitudinale de passage de la chaîne (ou du support), ladite enceinte  
20 étant munie d'un côté d'une paroi latérale ajourée définissant une fente longitudinale et la chaîne (ou support) comprend plusieurs joues latérales de guidage réparties régulièrement le long de la chaîne, lesdites joues comprenant des bords périphériques  
25 agencés pour coopérer à frottement ou roulement avec les côtés de ladite fente sur la face externe de ladite paroi latérale ajourée;

- la chaîne étant formée d'un assemblage de maillons, chaque maillon est formé par deux axes  
30 parallèles reliés entre eux, de part et d'autre, par deux plaques de jonction, les joues latérales étant

formées par certaines des plaques de jonction entre deux axes adjacents;

- la plaquette de coupe est fixée sur une joue latérale formant un porte plaquette;

5 - le porte plaquette comporte deux évidements cylindriques coopérant respectivement avec l'extrémité de l'axe des maillons adjacents et/ou un pion solidaire de la dite extrémité;

- l'enceinte comprend au moins une première  
10 nervure centrale interne longitudinale agencée pour coopérer à frottement ou roulement avec les axes d'articulation des maillons entre eux;

- l'enceinte comprend une seconde nervure centrale en vis à vis de la première nervure;

15 - la distance orthogonale entre la première et la seconde nervure est égale au diamètre  $D$  des axes d'articulation +  $d$ , avec  $d$  inférieure à 0,1 mm;

- le guide est précontraint dans le sens longitudinal de la chaîne et/ou du guide (i.e. dans  
20 le sens transversal du guide).

Par précontraint on entend tendu avec une force de traction prédéterminée par exemple supérieure à 50 daN ;

- le dispositif comporte des moyens de  
25 lubrification sous émulsion par arrosage de l'intérieur du guide. Le débit d'arrosage est alors fonction des paramètres de la découpe, et est déterminé de façon connue en elle-même;

- le dispositif comporte des moyens de bridage  
30 latéraux du guide aux extrémités, agencés pour maintenir et rigidifier le guide dans les trois

directions d'un repère axionométrique. Les moyens de bridage sont par exemple formés par des pièces de serrage connus en eux même, par vis ou vérin ;

5 - la plaquette de coupe comporte un décrochement présentant une face de forme concave suivant un angle aigu ou droit par rapport à l'arête de coupe, agencée pour fragmenter les copeaux générés au niveau de ladite arête de coupe;

10 - la plaquette est amovible et comporte des moyens de fixation sur le porte plaquette par vis;

- la trajectoire et/ou le guide présente une forme au moins en partie sinusoïdale ;

15 - la chaîne comporte plusieurs plaquettes de coupe agencées pour que les arêtes de coupe d'au moins deux plaquettes soient décalées, avec un recouvrement inférieur à 2 mm par exemple de 1 mm.

L'invention propose également un procédé de découpe utilisant un dispositif tel que décrit ci-avant.

20 Elle propose également un procédé de découpe d'une pièce dans un bloc en matériau métallique ou composite, par un dispositif de découpe suivant une trajectoire déterminée, dans lequel on guide un support souple ou articulé d'au moins un élément de  
25 coupe, caractérisé en ce que le support étant monté coulissant dans un guide formant ladite trajectoire, ledit support comportant un flan latéral comprenant au moins une plaquette de coupe formant l'élément de coupe et munie d'une arête de coupe en saillie, on  
30 effectue ladite découpe avec ledit support dans une direction normale par rapport au dit flan.

Avantageusement la trajectoire comprend au moins deux points d'inflexion.

Avantageusement la ligne de découpe est effectuée sur une largeur supérieure à celle du guide et/ou le support est formé d'une chaîne constituée par un  
5 assemblage de maillons.

Dans un mode de réalisation avantageux, on effectue ladite découpe sur une longueur (profondeur) de pièce supérieure ou égale à 600 mm, par exemple  
10 supérieure à 3 m, par exemple supérieure à 5 m et/ou sur une largeur de pièce et/ou de bloc supérieure à 600 mm, par exemple supérieure à 1 m.

Avantageusement on effectue la découpe sur une épaisseur E de bloc inférieure à 300 mm.

15 Egalement avantageusement on découpe la pièce selon une trajectoire comprenant au moins un changement de direction.

Dans un mode de réalisation avantageux on précontraint le guide en traction avant découpe.

20 Avantageusement la trajectoire comprend plusieurs (plus de deux) changements de directions et/ou est au moins en partie sinusoïdale.

Dans un mode de réalisation avantageux, on découpe simultanément au moins deux plaques ou pièces  
25 imbriquées correspondantes l'une dans l'autre à partir d'un bloc d'épaisseur déterminée.

L'invention propose également un ensemble de plaques ou de pièces obtenu par découpe avec le procédé tel que décrit ci-avant.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation donnés ci-après à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux dessins qui  
5 l'accompagnent dans lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique en vue de face d'un dispositif selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 1A est une vue arrière en perspective  
10 axonométrique partielle du mode de réalisation de la figure 1.

La figure 1B est une vue schématique en perspective d'un exemple de bloc découpé par un dispositif selon l'invention, sur laquelle sont  
15 également précisées les dimensions de longueur, largeur et épaisseur d'un bloc telles qu'utilisées dans le cas de la présente description.

La figure 1C illustre la trajectoire déterminée de la coupe de la figure 1B pour définition de son  
20 paramétrage.

La figure 2 est une vue en perspective d'une portion de guide avec chaîne selon le mode de réalisation de l'invention plus particulièrement décrit ici.

25 La figure 3 est une vue de dessus d'une plaquette de découpe selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 est une vue schématique illustrant les possibilités de déplacement des axes des maillons  
30 d'une chaîne dans son guide appartenant à un

dispositif selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 5 illustre schématiquement les changements de direction possibles autour d'un axe colinéaire à celui de la chaîne, lors d'une découpe telle qu'elle peut être obtenue avec l'invention.

La figure 6 est une vue de face en perspective d'un autre mode de réalisation de plaquette dans son guide et d'une joue adjacente, selon l'invention.

Les figures 7A et 7B sont des vues latérales montrant l'action d'une arête de coupe d'une plaquette sur un bloc, avec casse copeau selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 8 est une vue schématique illustrant la précontrainte selon un mode de réalisation d'un guide selon l'invention.

Les figures 9 à 11 sont des vues en perspectives de pièces découpées selon des modes de réalisation de l'invention.

La fin 11A est une vue schématique en coupe d'un autre mode de réalisation d'ensemble de plaques selon l'invention.

Les figures 1 et 1A montrent un dispositif 1 de découpe d'une pièce 2 (cf. figure 1B et trait mixte sur les figures 1 et 1A) à partir d'un bloc en matériau métallique ou composite B de longueur L, de largeur l et d'épaisseur E. Le dispositif comprend un guide 3 suivant une trajectoire déterminée 4 (trait mixte), la trajectoire étant par exemple une courbe telle que représentée sur la figure 1C.

Plus précisément la courbe 5 est formée par le lieu des points  $M(x_0, y_0)$  où  $x_0$  et  $y_0$  sont des fonctions d'un paramètre  $t$  et telles que :

5

$$\overrightarrow{OM} = x_0(t) \vec{i} + y_0(t) \vec{j}$$

avec 
$$\frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = x'_0(t) \vec{i} + y'_0(t) \vec{j}$$

Cette trajectoire définit un trait 6 de coupe de  
10 largeur  $2e$  lui-même défini par les données des courbes 7 et 8 (espacées entre elles de  $2e$ ). Le trait de coupe est centré sur la courbe 5 qui forme aussi la fibre neutre de la découpe.

Les courbes 7 et 8 sont alors définies de la façon  
15 suivante :

$$(7) \left\{ \begin{array}{l} x_1(t) = x_0(t) + y'_0(t) \times \frac{e}{\sqrt{x'^0_0(t)^2 + y'^0_0(t)^2}} \\ y_1(t) = y_0(t) - x'_0(t) \times \frac{e}{\sqrt{x'^0_0(t)^2 + y'^0_0(t)^2}} \end{array} \right.$$

20

$$(8) \left\{ \begin{array}{l} x_2(t) = x_0(t) - y'_0(t) \times \frac{e}{\sqrt{x'^0_0(t)^2 + y'^0_0(t)^2}} \\ y_2(t) = y_0(t) + x'_0(t) \times \frac{e}{\sqrt{x'^0_0(t)^2 + y'^0_0(t)^2}} \end{array} \right.$$

25

Le dispositif 1 comprend une chaîne sans fin 9 (cf. figure 1) qui est de façon connue en elle-même

entraînée d'un côté par une couronne 10 rotative actionnée en rotation grâce à un motoréducteur 11 et 17 par exemple électrique, le tout étant porté par un chariot 12 de support, et un élément roulant 13 pour  
5 assurer la translation du système parallèlement à la table agencé pour coopérer avec la surface 14 d'une plaque de guidage 15, et le renvoi de la chaîne est assuré par deux pignons 16 fous ou non, d'écartement de la chaîne.

10 Le moteur 11 est commandé de façon connue en elle-même par un automate (non représenté), pour effectuer la découpe selon les modalités choisies (vitesse de coupe, avance etc...).

Le dispositif comprend également une structure 18  
15 de support de l'ensemble et des moyens 19 de mesure de la tension de la chaîne, de sa vitesse et/ou de son degrés d'usure etc... ici encore de façon connue en elle-même, mesures auxquelles est asservi le fonctionnement de l'automate.

20 Dans la suite de la description on utilisera les mêmes numéros de références pour désigner des éléments similaires et/ou identiques.

La figure 2 montre une portion de la chaîne 9 sans fin selon le mode de réalisation de l'invention plus  
25 particulièrement décrit ici.

La chaîne 9 est symétrique autour d'un plan axial longitudinal 19. Elle est formée par un assemblage de maillons 21, 22 articulés comportant sur un flan latéral 23 une plaquette (24) (fixée sur une assise  
30 ou porte plaquette 24') et munie d'une arête de coupe

25 en saillie dans une direction normale (trait mixte  
26) par rapport au flan 23.

Comme cela apparaît sur les figures 1 à 1C, la  
trajectoire 4 pour effectuer la découpe se fait selon  
5 une courbe 5 qui présente au moins un changement de  
direction.

Par exemple la trajectoire présente au moins un  
point d'inflexion I, par exemple en ayant une forme  
sinusoïdale ou sensiblement sinusoïdale.

10 Dans le mode de réalisation plus particulièrement  
décrit en référence notamment à la figure 2 le guide  
3 comprend une enceinte longitudinale 27 de passage  
de la chaîne 9.

La gaine est de largeur déterminée H, la plaquette  
15 24 étant agencée pour effectuer la découpe sur une  
largeur  $2e$  de trait de coupe 6 supérieure à H.

L'enceinte 27 est munie d'un côté d'une paroi  
latérale 28 ajourée de part en part définissant une  
fente 29 longitudinale.

20 La chaîne 9 comprend quant à elle plusieurs joues  
latérales 30 de guidage, réparties régulièrement le  
long de la chaîne. Les joues latérales 30 comprennent  
des bords périphériques 31 agencés pour coopérer à  
frottement (ou à roulement) avec les côtés 32 de la  
25 fente 29 sur la face externe de la paroi latérale 28  
ajourée.

Plus précisément chaque maillon articulé 21, 22 de  
la chaîne est formé par deux axes parallèles 33, 34  
reliés entre eux par des plaques ou pastilles de  
30 jonction 35, 36 les joues latérales 30 formant

certaines de ces pastilles de jonction entre deux axes adjacents.

Pour assurer l'articulation de la chaîne, il existe bien entendu un axe commun entre deux maillons adjacents, la pastille de jonction d'un maillon étant décalée latéralement par rapport à celle du maillon adjacent, de façon connue en elle-même.

En référence à la figure 2, la plaquette 24 de coupe est fixée sur le porte plaquette 24' lui-même opposé à une joue latérale 30 ou portion coopérant à frottement avec l'enceinte

Comme représenté sur la figure 3, le porte outil comporte deux évidements cylindriques 37 coopérant respectivement avec l'extrémité 38 de l'axe des maillons adjacents (ou un pion solidaire de ladite extrémité).

Dans le mode de réalisation plus particulièrement décrit ici l'enceinte 27 comprend deux nervures longitudinales 39, 40, à savoir une première nervure 39 centrale interne (cf. également figure 4) agencée pour coopérer à roulement ou frottement avec les axes 33, 34 d'articulation entre maillons et une seconde nervure 40 en vis à vis de la première nervure, la distance orthogonale entre la première et la seconde nervure étant égale à  $D$  (diamètre des axes) +  $d$  avec  $d \leq 0,5$  mm, par exemple  $< 0,1$  mm.

En référence à la figure 5 et avec une chaîne 41 telle que décrit, il est possible de découper dans la plaque ou bloc, selon de multiples angles ou directions d'attaque, et notamment dans le sens longitudinal, i.e. dans une direction normale par

rapport au flan de la chaîne (flèche 42) mais également (en faisant pivoter la chaîne et son guide) en rotation (flèche 43) par rapport à l'axe longitudinal 44 de ladite chaîne (dont l'attaque se fait dans le bloc B selon la flèche 45), comme une pelleteuse à godet.

Une rotation (flèche 46) autour d'un axe 47 perpendiculaire à l'axe 44 permet également d'autres angles d'attaque.

10 On a représenté sur la figure 6 un autre mode de réalisation d'une plaquette 48, munie de l'arête de coupe 49 dont les joues coopèrent aux bords périphériques 50 du guide 51.

15 La plaquette 48 est fixée sur le porte plaquette par un pion 52 coaxial avec un axe de maillon et par deux vis 53 de fixation, l'évidement 54 du guide laissant ou non passer les pastilles 55 de jonction entre axes 56 de maillons les plus externes, les pastilles 57 correspondant aux pastilles de maillons 20 les plus internes.

Sur la figure 6 le guide 51 est en partie représenté de façon ajourée pour plus de visibilité des pastilles 55, 57 de forme ovale.

25 On a représenté sur les figures 7A et 7B une vue agrandie, partielle et schématique de la plaquette de coupe 24.

30 La plaquette 24 comporte un décrochement 58 présentant une face 59 de forme droite ou concave suivant un angle  $\alpha$  aigu ou droit par rapport à l'arête de coupe 25, et plus précisément par rapport à sa face de coupe interne 60, agencée pour

fragmenter les copeaux 61 (ou 61') générés au niveau de la face de coupe.

La plaquette est par exemple amovible grâce à des moyens de fixations telles que des vis (non  
5 représentées).

En référence à la figure 8, et lorsque la chaîne est d'une longueur importante (supérieure à 1m), le guide 62 peut avoir tendance à s'affaisser (flèche 63 et courbe 64).

10 De façon à maintenir la chaîne coupante aussi conforme que possible à sa position de coupe programmée, et éviter ainsi une flèche f gênante, on précontraint en traction (flèches 65) le guide, par exemple avec une force de 50 daN, puis on bloque les  
15 extrémités 66 du guide de façon connue en elle-même, le guide 62 étant immobilisé.

On a représenté sur les figures 9 à 11 trois ensembles de plaques obtenus avec le dispositif et/ou le procédé selon le mode de réalisation de  
20 l'invention plus particulièrement décrit ici.

La figure 9 montre en ensemble 67 de deux plaques 68, 69 obtenues par découpe d'un bloc métallique 70 ou composite (par exemple en résine thermodurcissable et fibres de carbone) de composition classiquement  
25 adoptée dans le cadre de la fabrication de structure d'avion ou de pièces dans le domaine de l'aérospatial ou de l'automobile, s'étendant autour d'un plan 71 (traits mixtes) découpé avec le dispositif 1 décrit ci-dessus.

30 Plus précisément, l'ensemble comprend une première plaque 68 présentant une face supérieure 72 et une

deuxième plaque 69 présentant une face inférieure 73, la face supérieure 72 de la première plaque présentant une surface ayant au moins une ligne d'inflexion 74 par rapport au plan 71, la face inférieure 73 étant de forme complémentaire obtenue par découpe du bloc sur une hauteur constante  $2e$  (cf. figure 1B).

Avantageusement, la longueur et/ou la largeur des plaques est supérieure à 600 mm et/ou l'épaisseur E du bloc est supérieure à 600 mm (même si cette épaisseur peut tout à fait être beaucoup plus faible, comme c'est le cas en aéronautique où l'épaisseur est souvent inférieure à 300 mm).

La figure 10 montre un autre ensemble 75 de deux plaques ou pièces 76, 77, à savoir une petite plaque parallélépipédique 77 et une plaque de base 76 l'englobant, la poche ainsi constituée étant non débouchante.

Dans ce cas une rainure de la forme de la poche et de la profondeur de ladite poche est réalisée au préalable de façon connue en elle-même, puis un dispositif comme celui décrit en référence à la figure 5 est ensuite descendu dans la rainure, puis translaté pour délayer le bloc 77.

La figure 11 montre un autre mode de réalisation d'un bloc 78 permettant d'obtenir deux plaques 79-80 présentant plusieurs lignes d'inflexion, en l'espèce les lignes 81, 82, 83, 84, 85 et 86 parallèles permettant d'obtenir une pièce inférieure 79 avec deux nervures 87, et 88, de renfort dans le sens longitudinal, et une pièce supérieure 80 avec

nervures 89 et 90 complémentaires aux évidements en vis à vis.

Sur la figure 11A, il est représenté schématiquement en coupe une première plaque inférieure 91 découpée dans le bloc 95 par la chaîne 92, chaîne qui sort du bloc en 93 et 94, ce qui permet d'obtenir plusieurs pièces 96, 97 séparées complémentaires de la première plaque.

On va maintenant décrire la fabrication de l'ensemble 67 en utilisant le dispositif de la figure 1.

Après choix du bloc en matériau métallique ou composite correspondant aux pièces que l'on veut fabriquer, on programme par l'intermédiaire de l'automate, la découpe que l'on veut réaliser.

Le guide est choisi en fonction des paramètres nécessaires à la fabrication et peut par exemple être conçu de façon démontable et amovible pour permettre des épaisseurs de traits de coupe 2e de largeurs différentes, par exemple comprises entre 1cm et 2cm.

Le bloc 2 est alors mis en place face à un dispositif de coupe. Celle-ci est alors réalisée de façon connue en elle-même, la lubrification de la chaîne étant effectuée en permanence, par exemple par l'intermédiaire d'une injection de liquide lubrifiant en différents points d'injection du guide régulièrement répartis le long de celui-ci.

La pièce 2 est alors avancée en étant poussée sur la scie ou a contrario, c'est le dispositif lui-même qui vient se déplacer sur la pièce qui a alors été préalablement fixée de façon connue en elle-même sur

un support (non représenté) jouant également un rôle de rigidificateur.

Le guide et les plaquettes de coupe sont alors progressivement poussés en vis à vis du bloc 2  
5 séparant petit à petit les pièces supérieure et inférieure 68 et 69, la chaîne étant ici poussée dans le sens transversal du bloc. Dans le cas par exemple de fabrication de plaque du type de celle indiquée à la figure 11, le déplacement de la scie s'effectuera  
10 cette fois-ci dans le sens longitudinal des plaques.

Au fur et à mesure que la scie découpe, les copeaux sont évacués facilement, notamment du fait de l'existence du brise-copeaux du type décrit ci-dessus.

15 Les plaques 68 et 69 sont par ailleurs progressivement saisies et maintenues de façon connue en elle-même, pour être ensuite évacuées.

Grace à l'invention il est ainsi possible d'obtenir deux plaques de forme très proche avec une  
20 très petite perte de matériau et/ou de métal, à savoir et uniquement l'épaisseur du trait de coupe 2e.

Ces pièces très proches de la forme usinée définitive peuvent être alors finalisées sans trop de  
25 difficultés.

Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs de ce qui précède, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation plus  
particulièrement décrits. Elle en embrasse au  
30 contraire toutes les variantes et notamment celles où on découpe simultanément non pas deux pièces en vis à

vis mais un jeu de trois pièces voir de quatre pièces imbriquées les unes dans les autres, auquel cas les plaquettes de coupe et leur guide seront configurés en conséquence.

- 5 Dans un mode de réalisation, la trajectoire de la chaîne est alors amenée à sortir du bloc et à y retourner une et/ou plusieurs fois (autant de fois qu'il y a de pièces en plus de la pièce ou plaque inférieure).

REVENDICATIONS

1. Dispositif (1) de découpe d'une pièce (2) dans un bloc (B) en matériau métallique ou composite  
5 suivant une trajectoire déterminée, comprenant un guide formant ladite trajectoire et un support (9) d'au moins un élément de coupe, souple ou articulé, caractérisé en ce que le support est monté coulissant dans le guide (3), et en ce qu'il comporte un flan  
10 latéral (23) muni d'au moins une plaquette (24) de coupe formant l'élément de coupe, comprenant une arête de coupe (25) en saillie agencée pour effectuer la découpe dans une direction normale (26) par rapport au dit flan.

15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le guide (3) forme une trajectoire avec au moins un changement de direction.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le  
20 guide forme une trajectoire présentant au moins deux points d'inflexion.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le guide (3) comprend une enceinte (27) longitudinale de  
25 passage du support (9), de largeur déterminée,

et en ce que la ou les plaquettes (24) sont agencées pour effectuer la découpe sur une largeur supérieure à celle du guide.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le  
30 support est une chaîne (9) sans fin.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite enceinte (27) étant munie d'un côté d'une paroi latérale (28) ajourée définissant une fente (29) longitudinale, la chaîne  
5 comprend plusieurs joues latérales (30) de guidage réparties régulièrement le long de la chaîne, lesdites joues comprenant des bords périphériques (31) agencés pour coopérer à frottement ou roulement avec les côtés (32) de ladite fente sur la face  
10 externe de ladite paroi latérale (28) ajourée.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque maillon (21, 22) étant formé par deux axes parallèles (33, 34) reliés entre eux de part et d'autre par une plaque de jonction  
15 (35, 36), les joues latérales (30) sont formées par certaines des plaques de jonction entre deux axes adjacents.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la plaquette la coupe (24) étant fixée sur une joue latérale formant porte  
20 plaquette (24'), le porte plaquette (24') comporte deux évidements cylindriques coopérant respectivement avec l'extrémité de l'axe des maillons adjacents et/ou un pion solidaire de la dite extrémité.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que l'enceinte comprend au moins une première nervure  
25 (39) centrale interne longitudinale agencée pour coopérer à frottement ou roulement avec les axes (33, 34) d'articulation des maillons entre eux.  
30

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'enceinte comprend une seconde nervure (40) centrale en vis à vis de la première nervure (39).

5 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que la distance orthogonale entre la première (39) et la seconde nervures (40) est égale au diamètre D des axes d'articulation augmenté de la distance d, avec  $d < 0,1$  mm.

10 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette de coupe (24) est fixée sur une joue latérale formant le porte plaquette (24').

15 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le guide est précontraint dans le sens longitudinal de la chaîne et/ou du guide.

20 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de lubrification sous émulsion par arrosage de l'intérieur du guide.

25 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de bridage latéraux du guide aux extrémités, agencés pour maintenir et rigidifier le guide dans les trois directions d'un repère axionométrique.

30 16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette (24) de coupe comporte un décrochement (58) présentant une face (59) de forme concave suivant un

angle aigu ou droit par rapport à l'arête de coupe, agencée pour fragmenter les copeaux (61, 61') générés au niveau de ladite arête de coupe.

17. Dispositif selon l'une quelconque des  
5 revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette (24) est amovible et comporte des moyens de fixation sur le porte plaquette par vis.

18. Dispositif selon l'une quelconque des  
10 revendications précédentes, caractérisé en ce que la trajectoire et/ou le guide présente une forme au moins en partie sinusoïdale.

19. Dispositif selon l'une quelconque des  
15 revendications précédentes, caractérisé en ce que la chaîne comporte plusieurs plaquettes (24) de coupe agencées pour que les arêtes de coupe (25) d'au moins deux plaquettes soient décalées avec un recouvrement inférieur à 2 mm.

20. Procédé de découpe d'une pièce (2) dans un bloc en matériau métallique ou composite, par un  
20 dispositif (1) de découpe suivant une trajectoire déterminée, dans lequel on guide un support souple ou articulé (9) d'au moins un élément de coupe, caractérisé en ce que le support étant monté coulissant dans un guide (5) formant ladite  
25 trajectoire, ledit support comportant un flan latéral comprenant au moins une plaquette (24) de coupe formant l'élément de coupe et munie d'une arête de coupe (25) en saillie, on effectue ladite découpe avec ledit support dans une direction normale (26)  
30 par rapport au dit flan.

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que on effectue ladite découpe sur une longueur L de pièce supérieure ou égale à 600 mm.

22. Procédé selon l'une quelconque de  
5 revendications 20 et 21 caractérisé en ce qu'on effectue ladite découpe sur une épaisseur E de bloc inférieure à 300 mm.

23. Procédé selon l'une quelconque de  
10 revendications 20 à 22, caractérisé en ce qu'on découpe la pièce selon une trajectoire changeant au moins une fois de direction.

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 20 à 23, caractérisé en ce que on précontraint en traction le guide (5) avant découpe.

15 25. Procédé selon l'une quelconque des revendications 20 à 24, caractérisé en ce que, à partir d'un bloc B d'épaisseur déterminée, on découpe simultanément au moins deux plaques ou pièces (68, 69 ; 76, 76; 79,80) imbriquées correspondantes l'une  
20 dans l'autre.

26. Ensemble de plaques ou pièces (68, 69 ; 76, 77 ; 79, 80) de formes complémentaires, caractérisé en ce qu'il est obtenu par découpe avec le procédé selon la revendication 25.

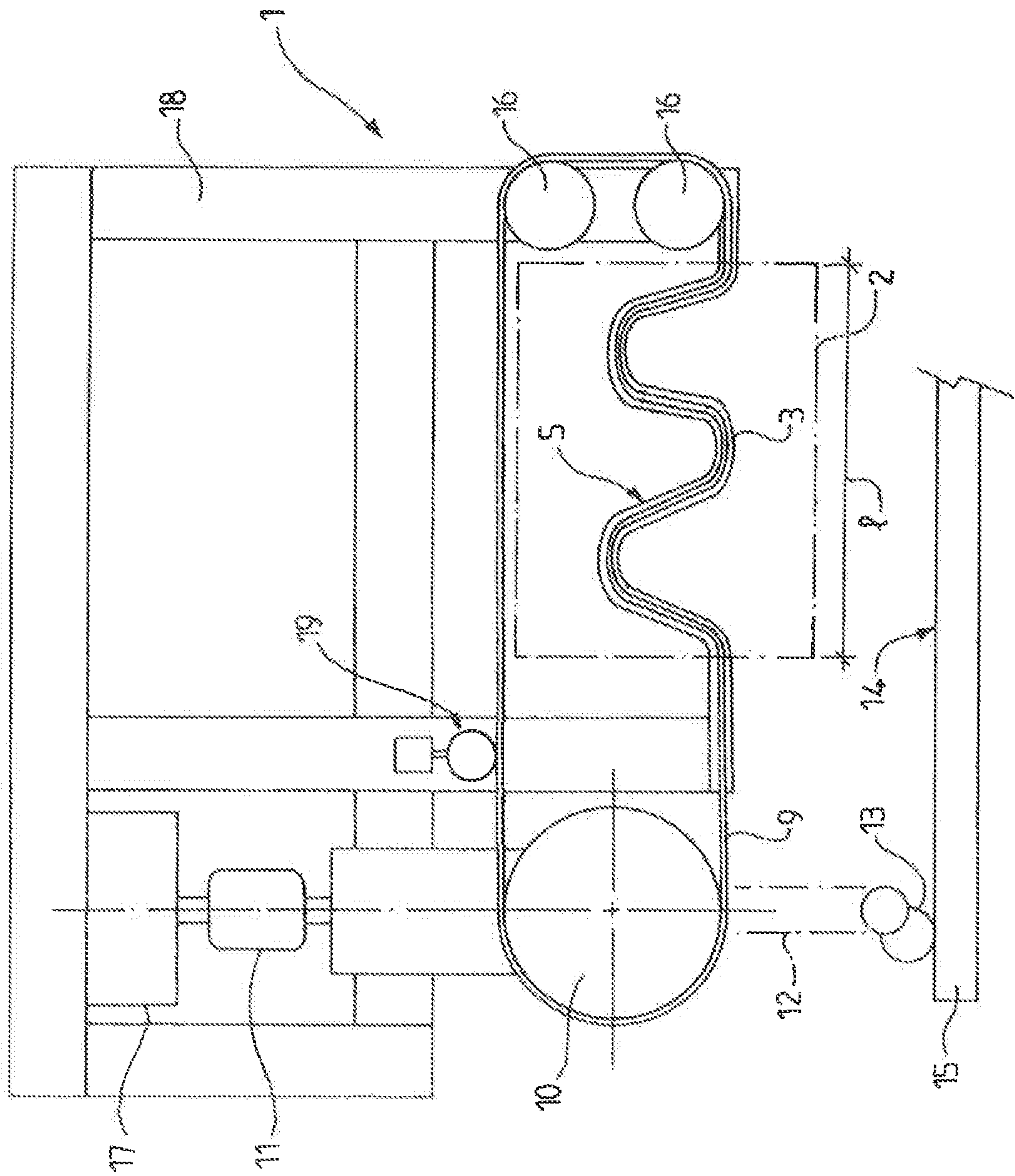


FIG. 1

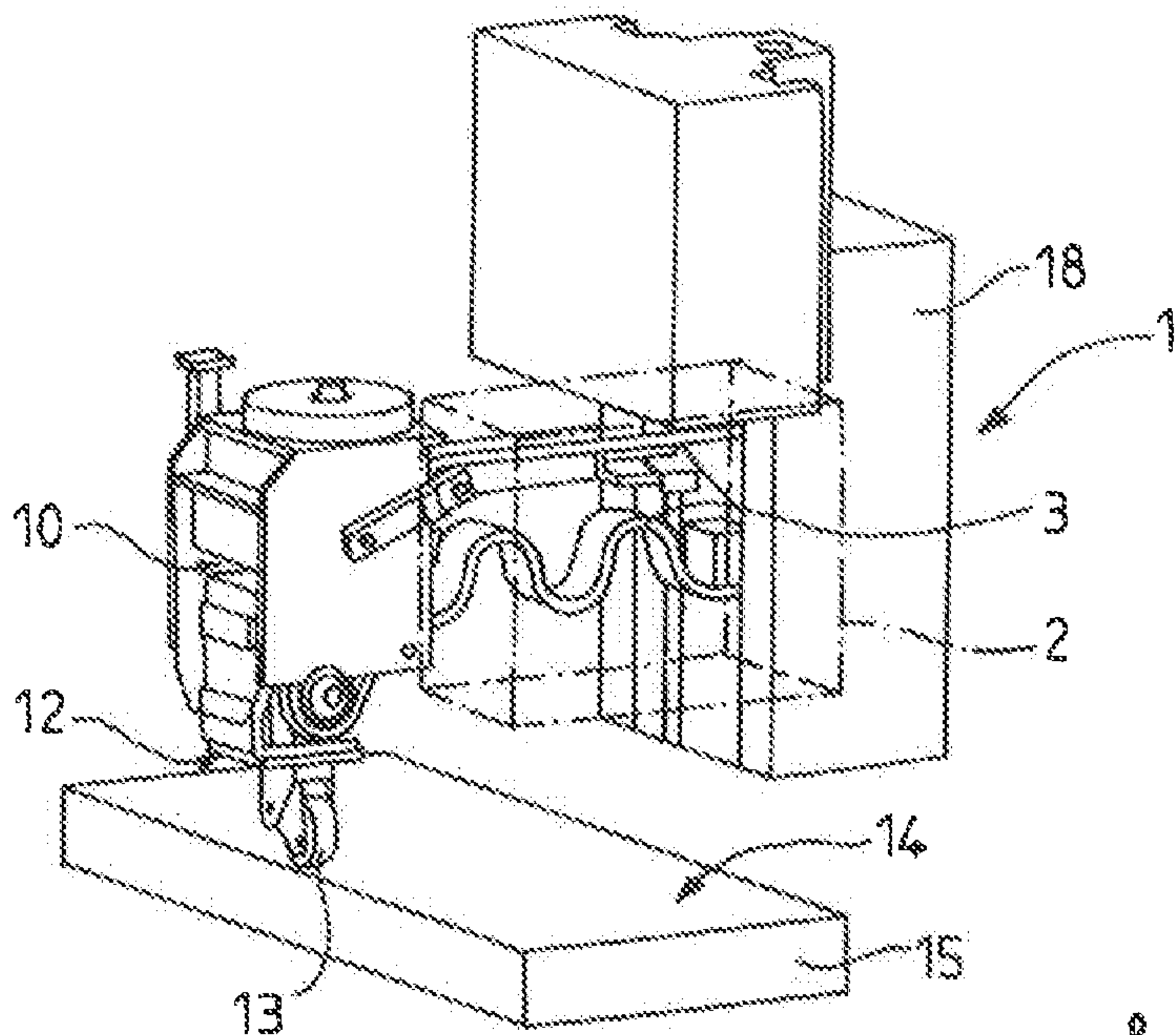


FIG. 1A

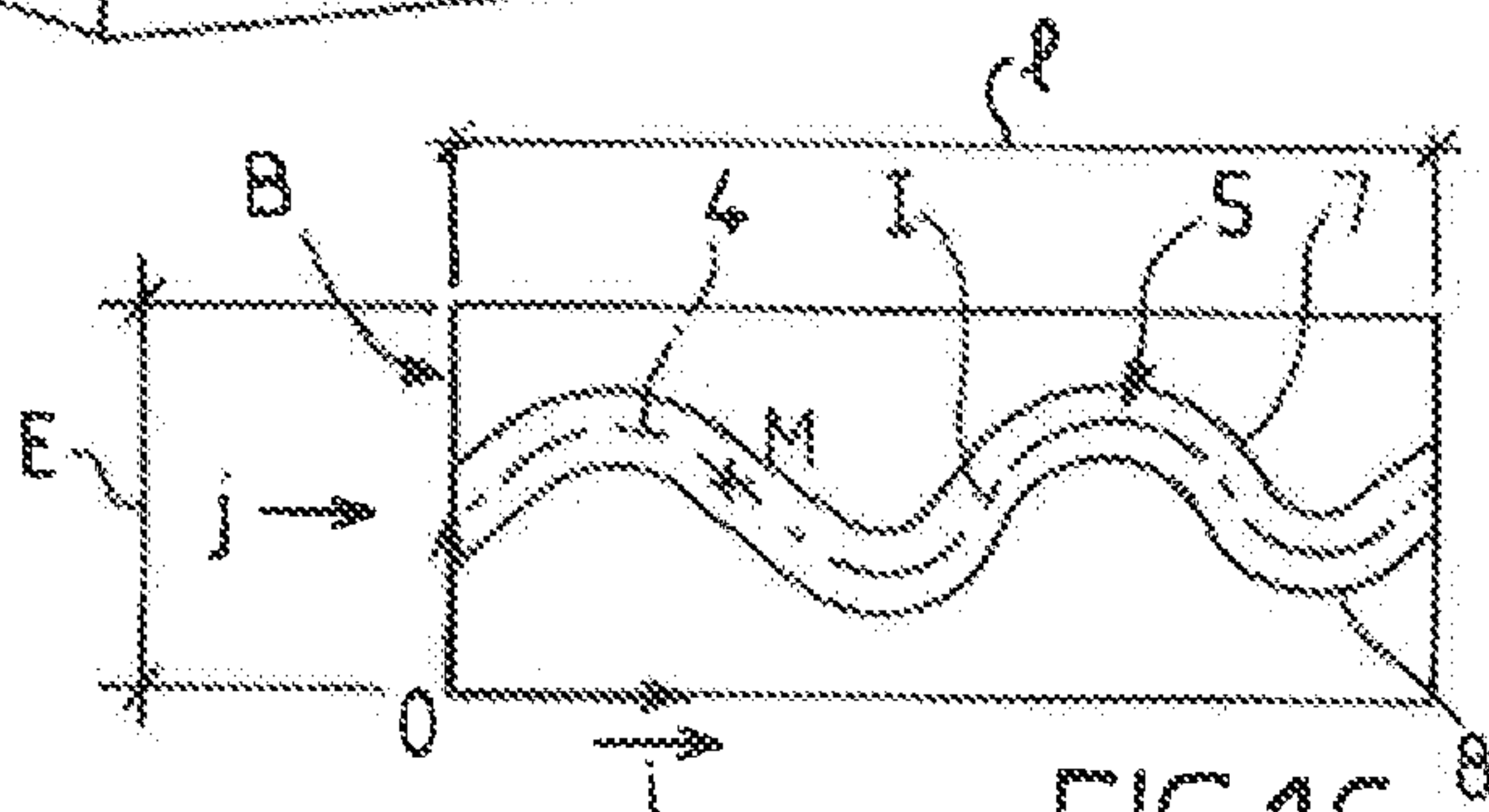


FIG. 1C

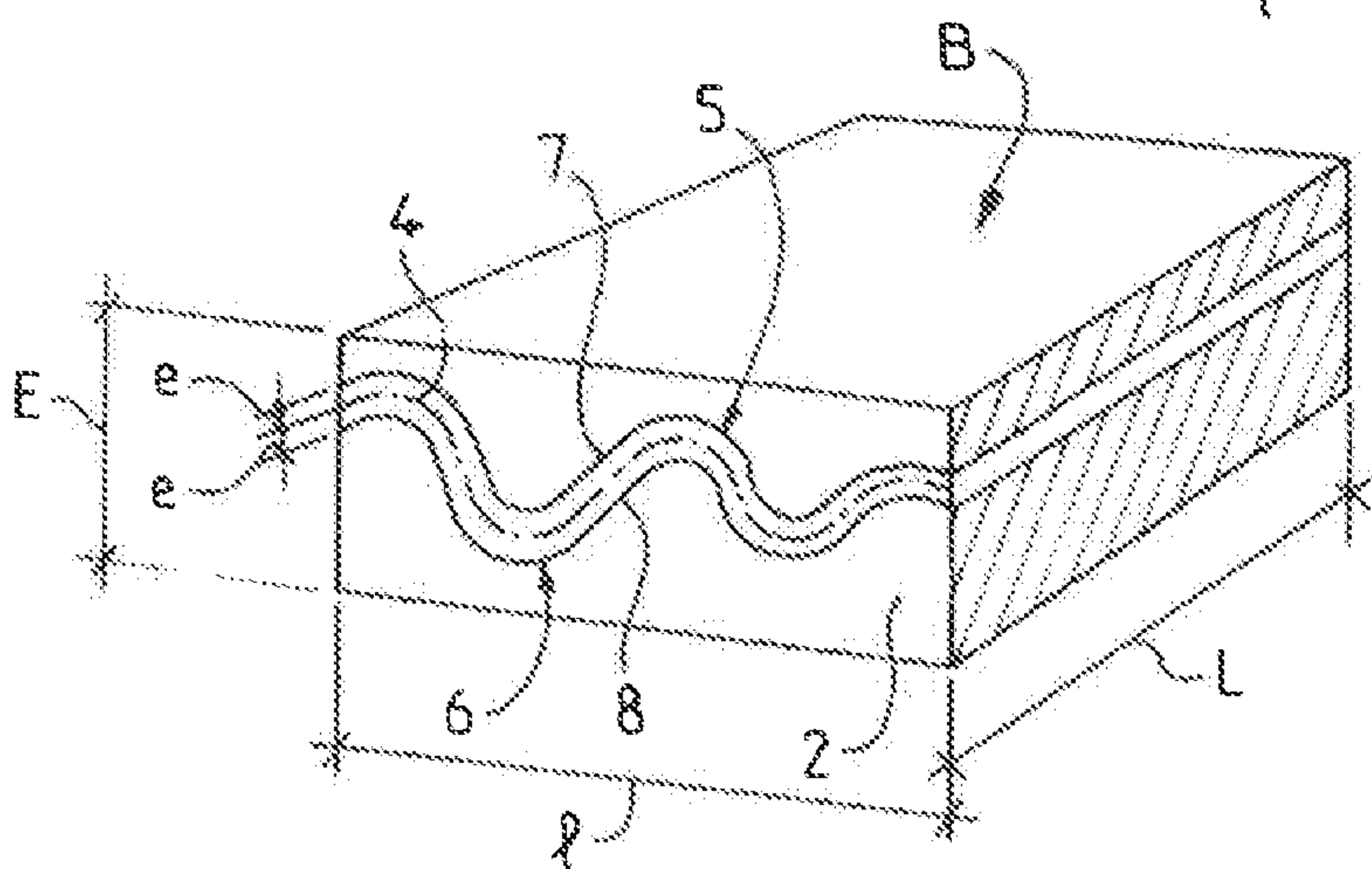


FIG. 1B

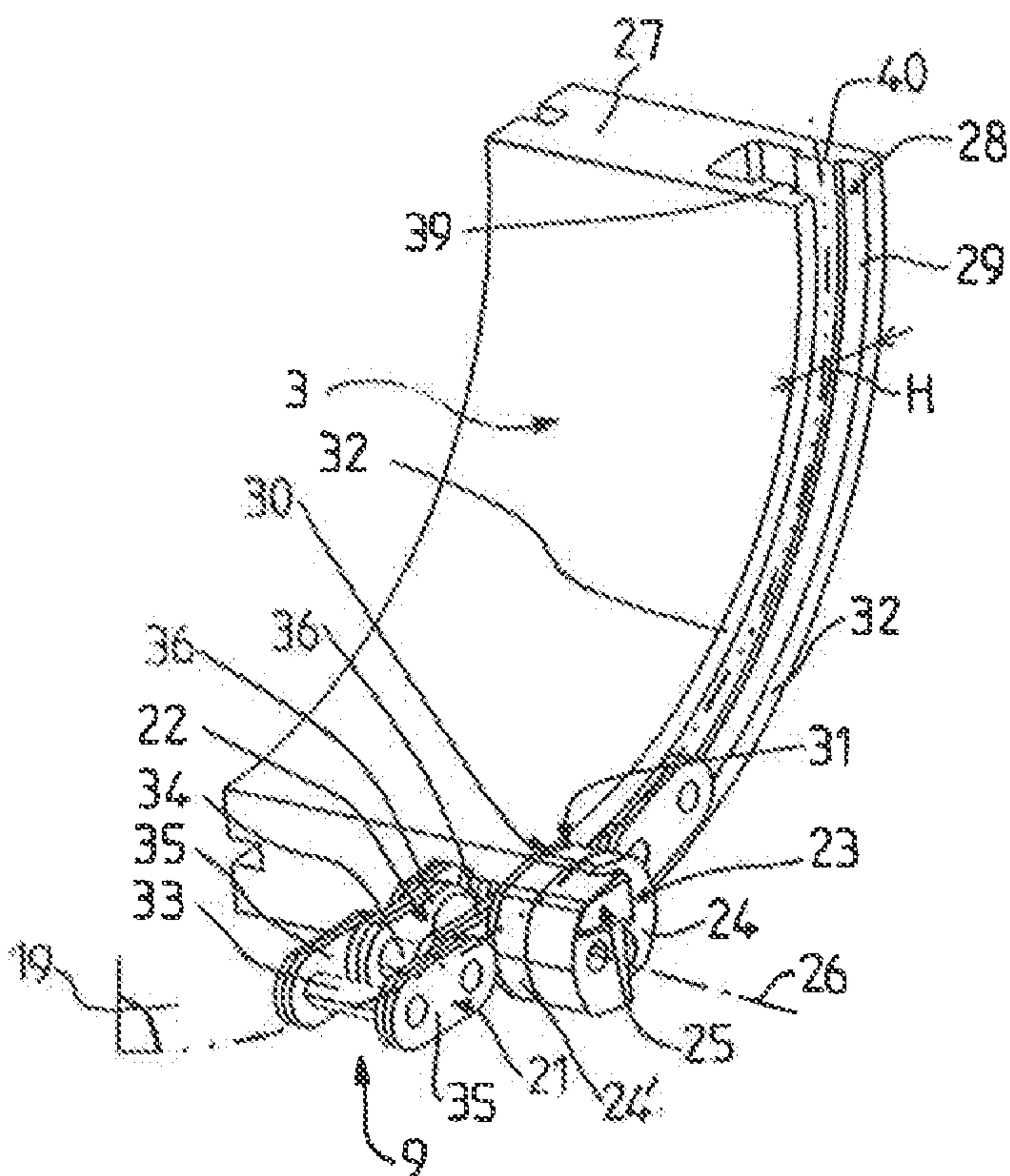


FIG. 2

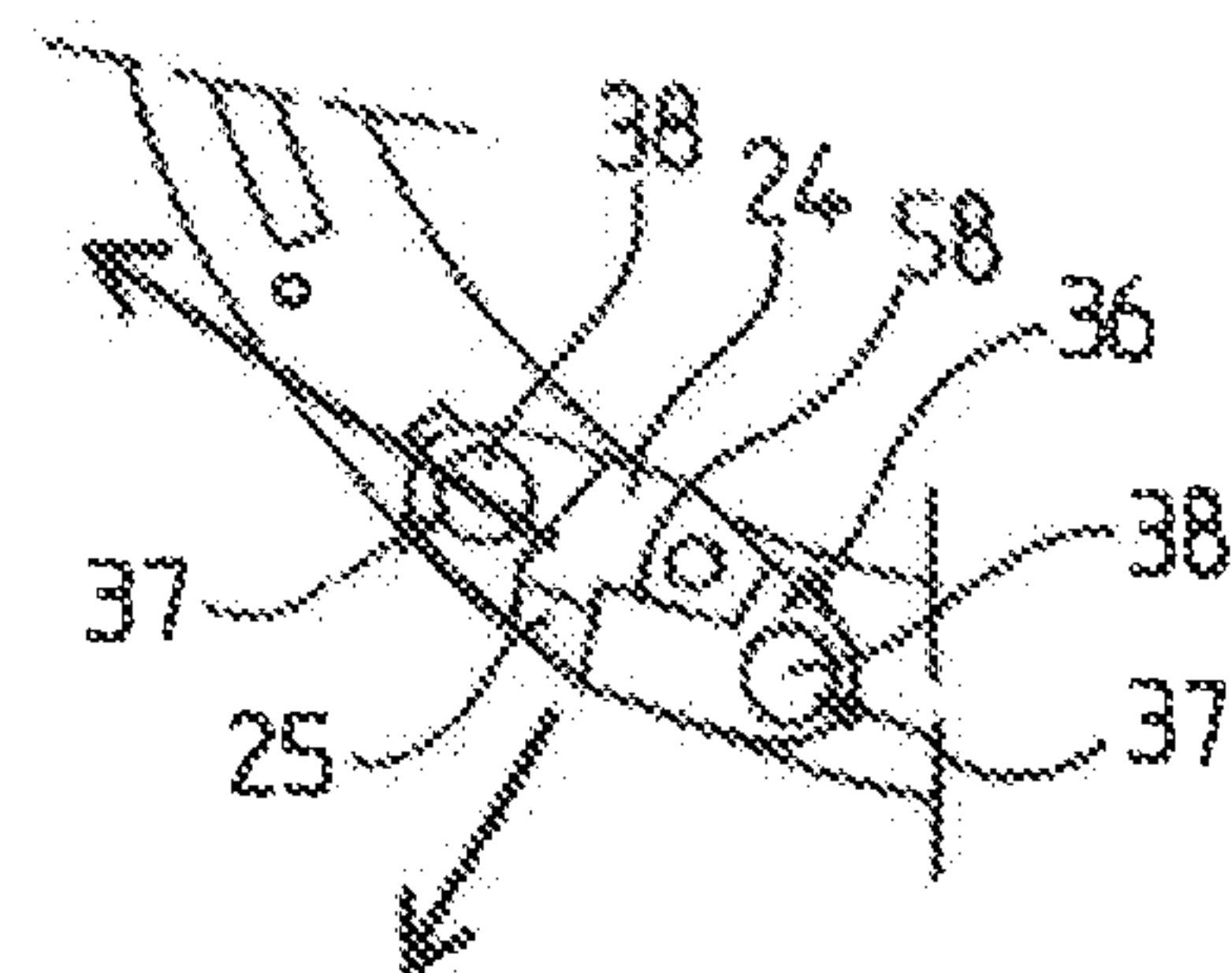


FIG. 3

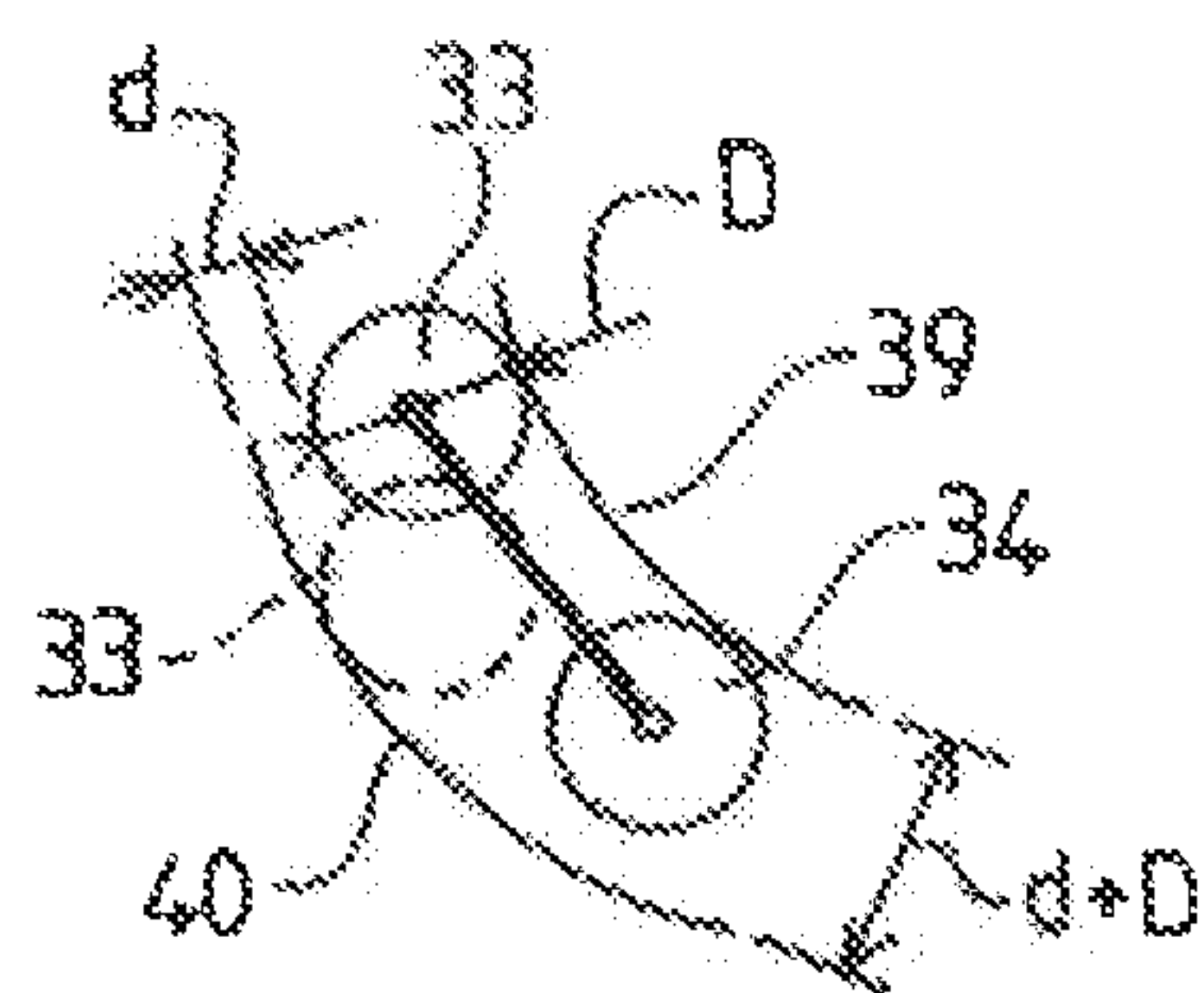


FIG. 4

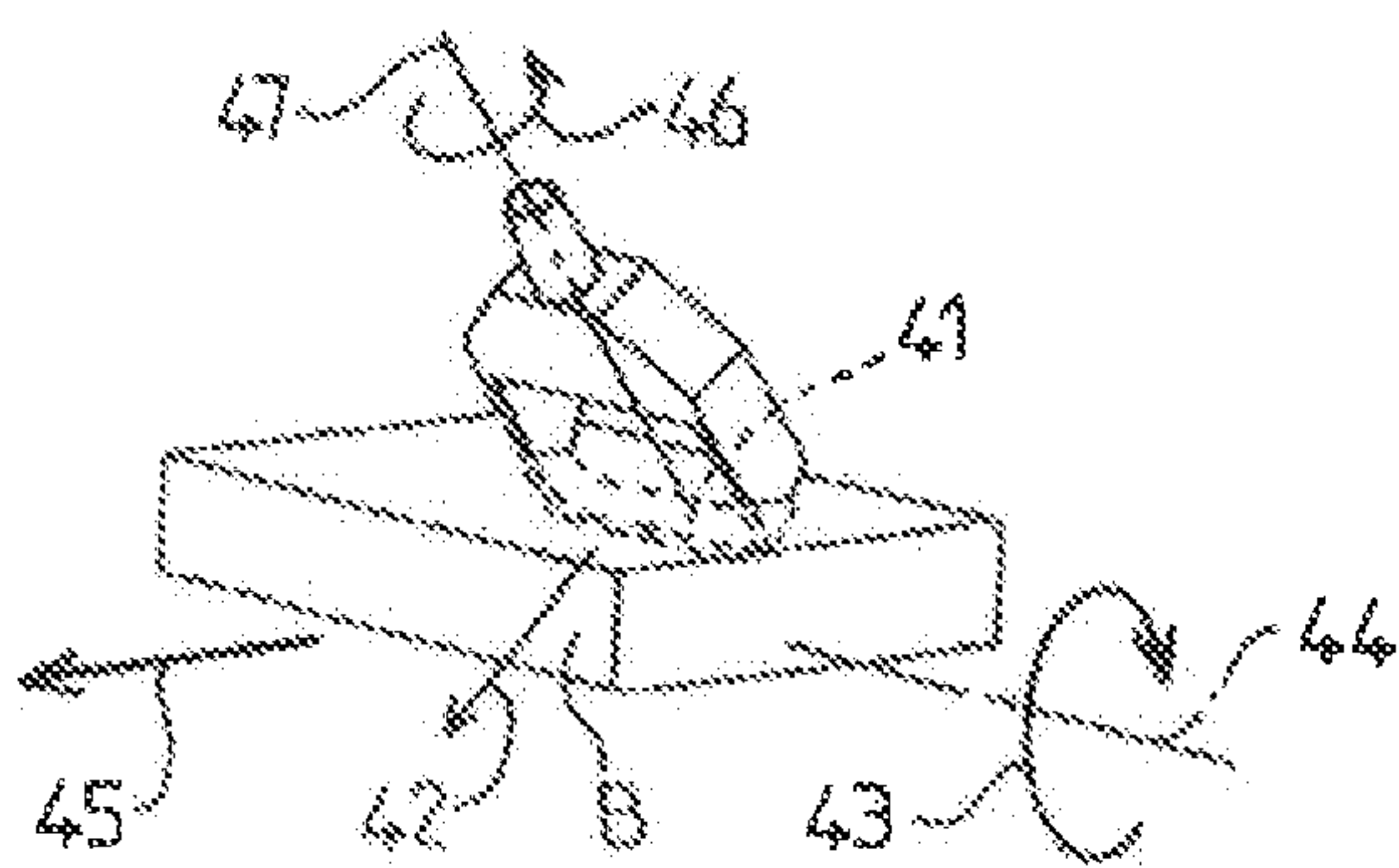


FIG. 5

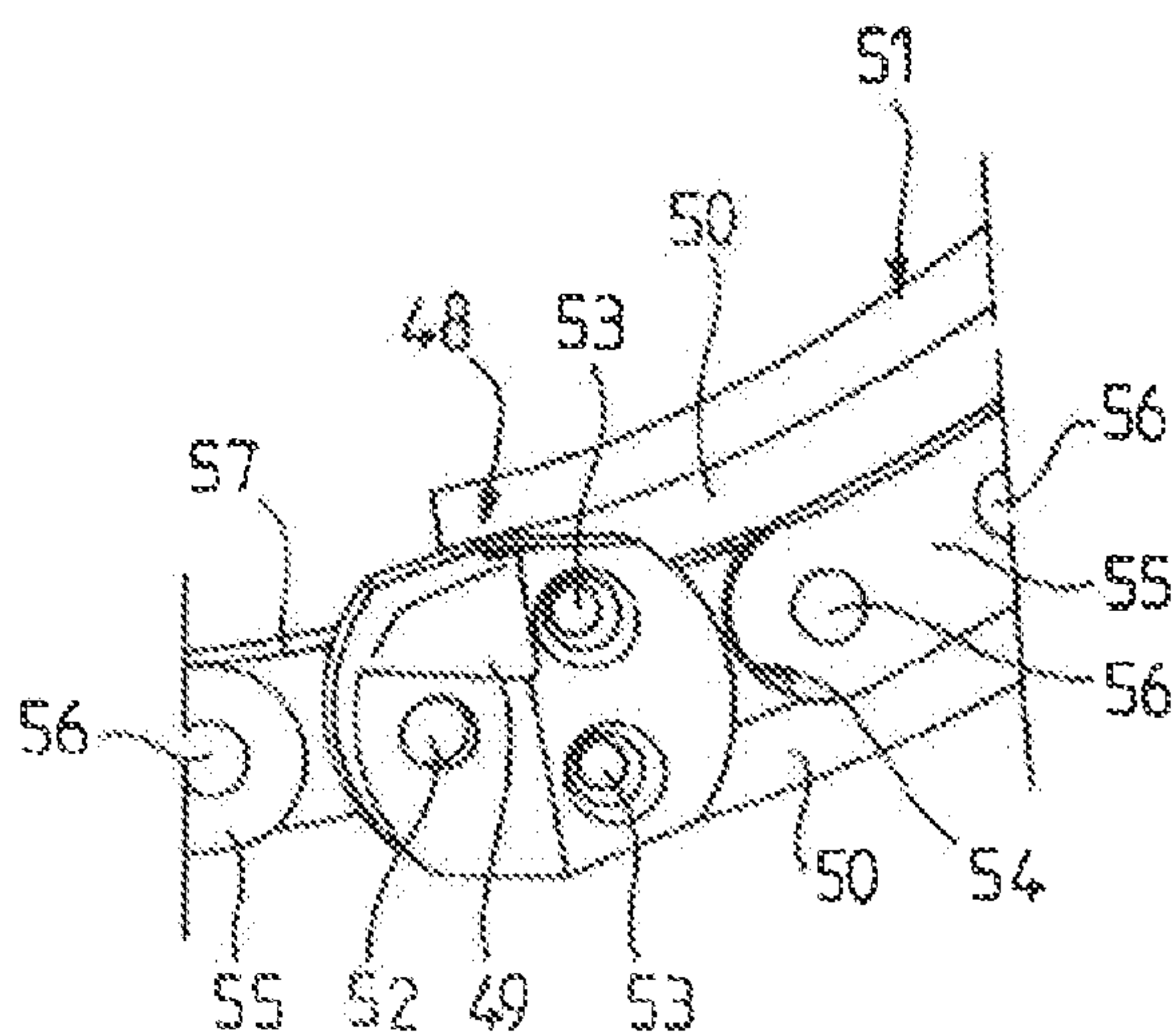


FIG. 6

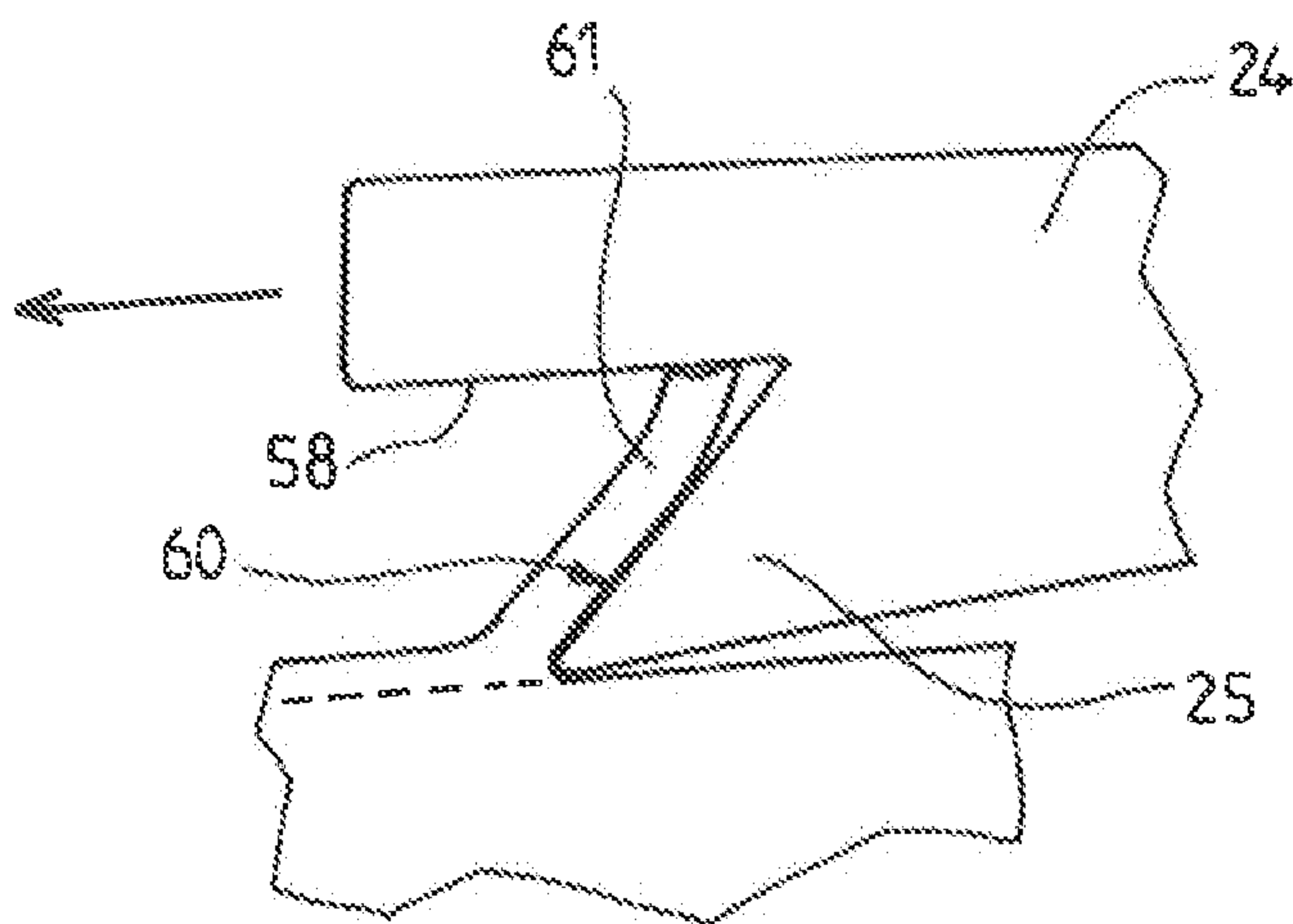


FIG. 7A

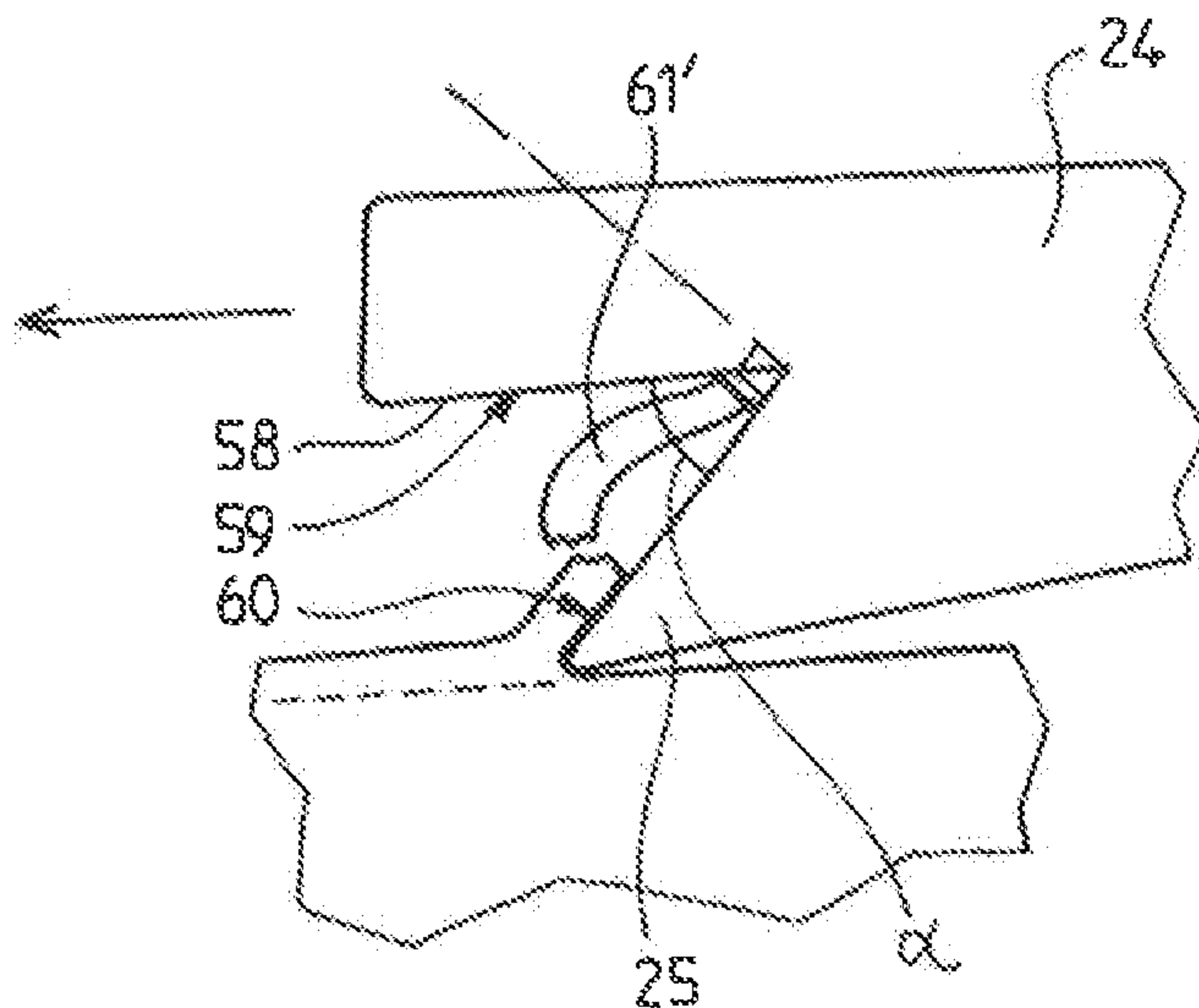


FIG. 7B

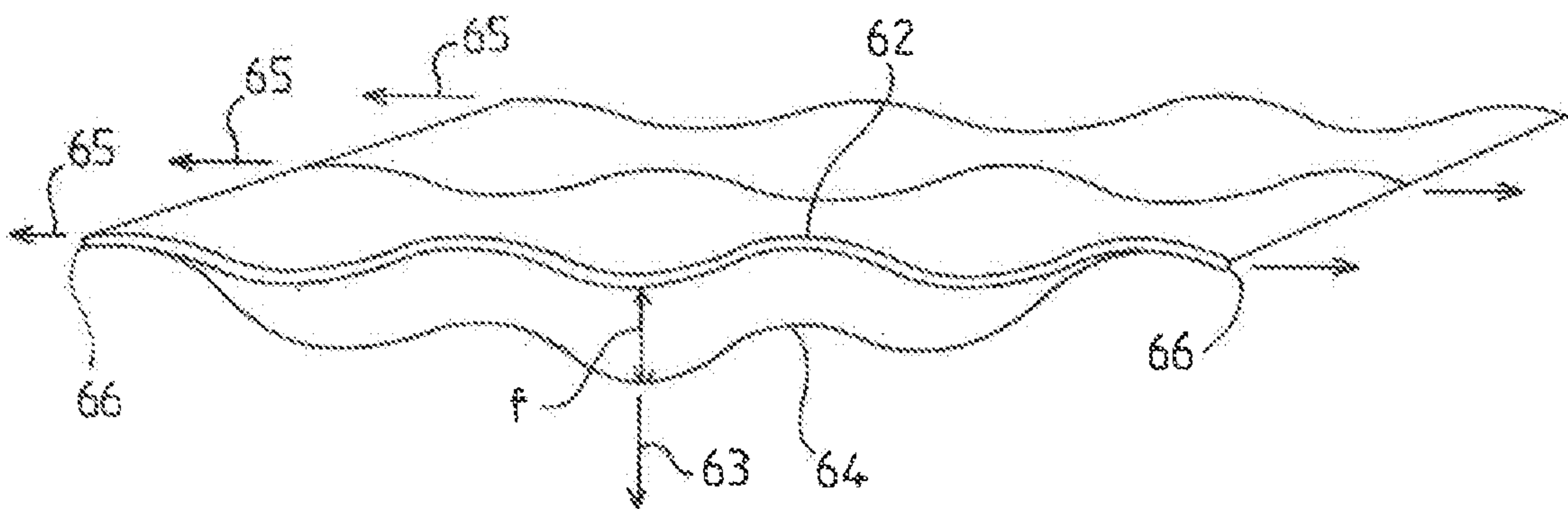


FIG. 8

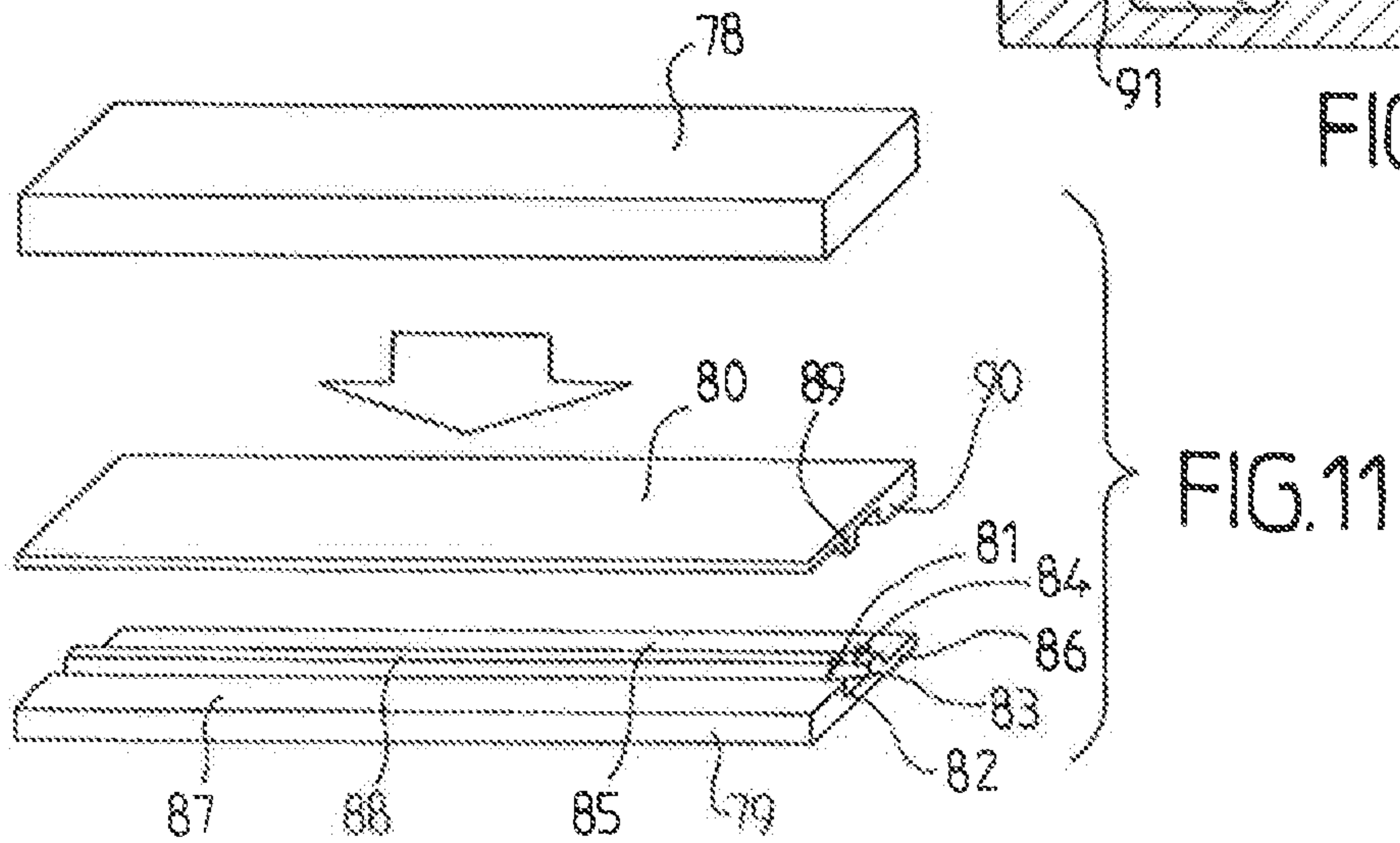
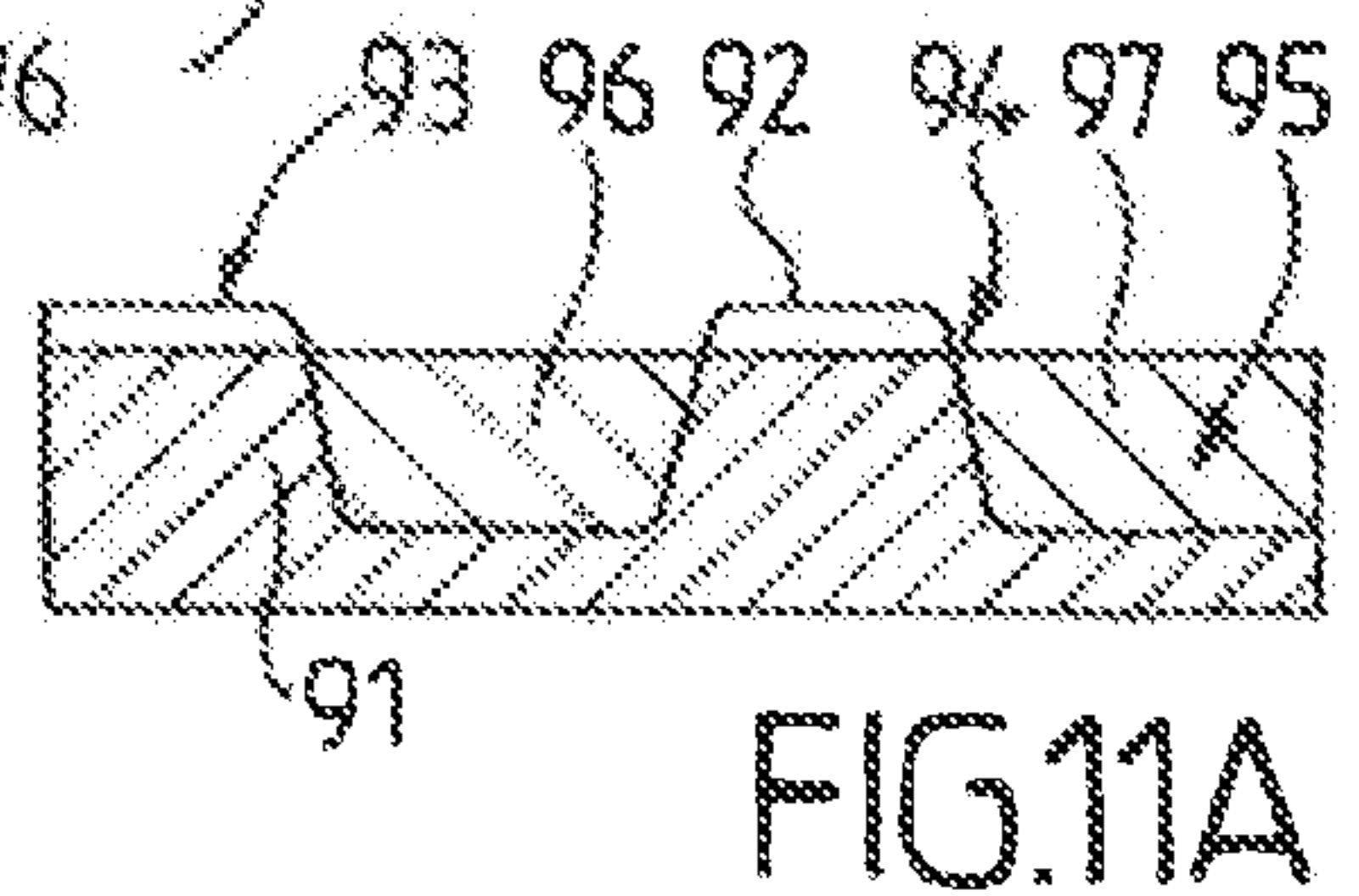
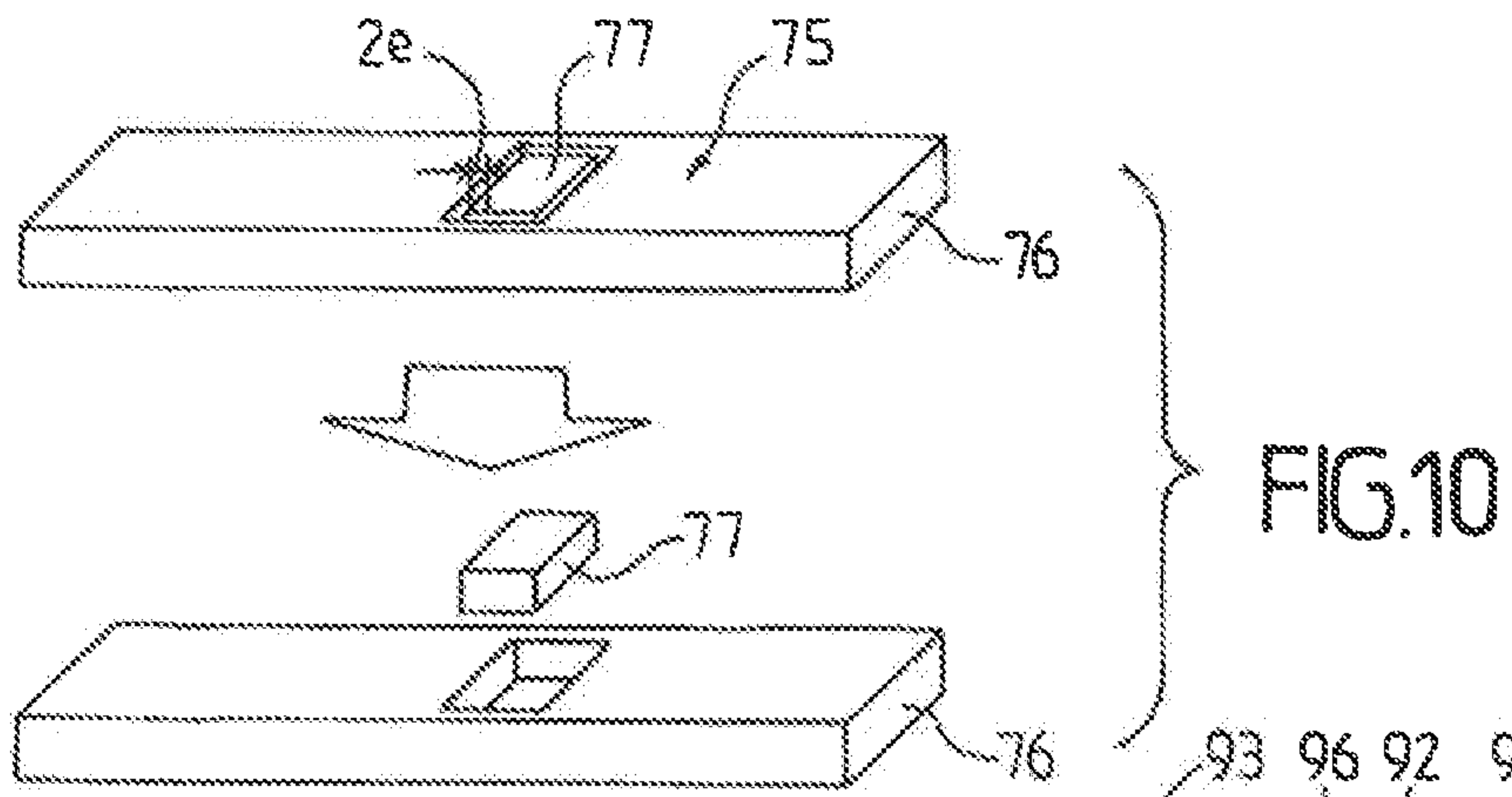
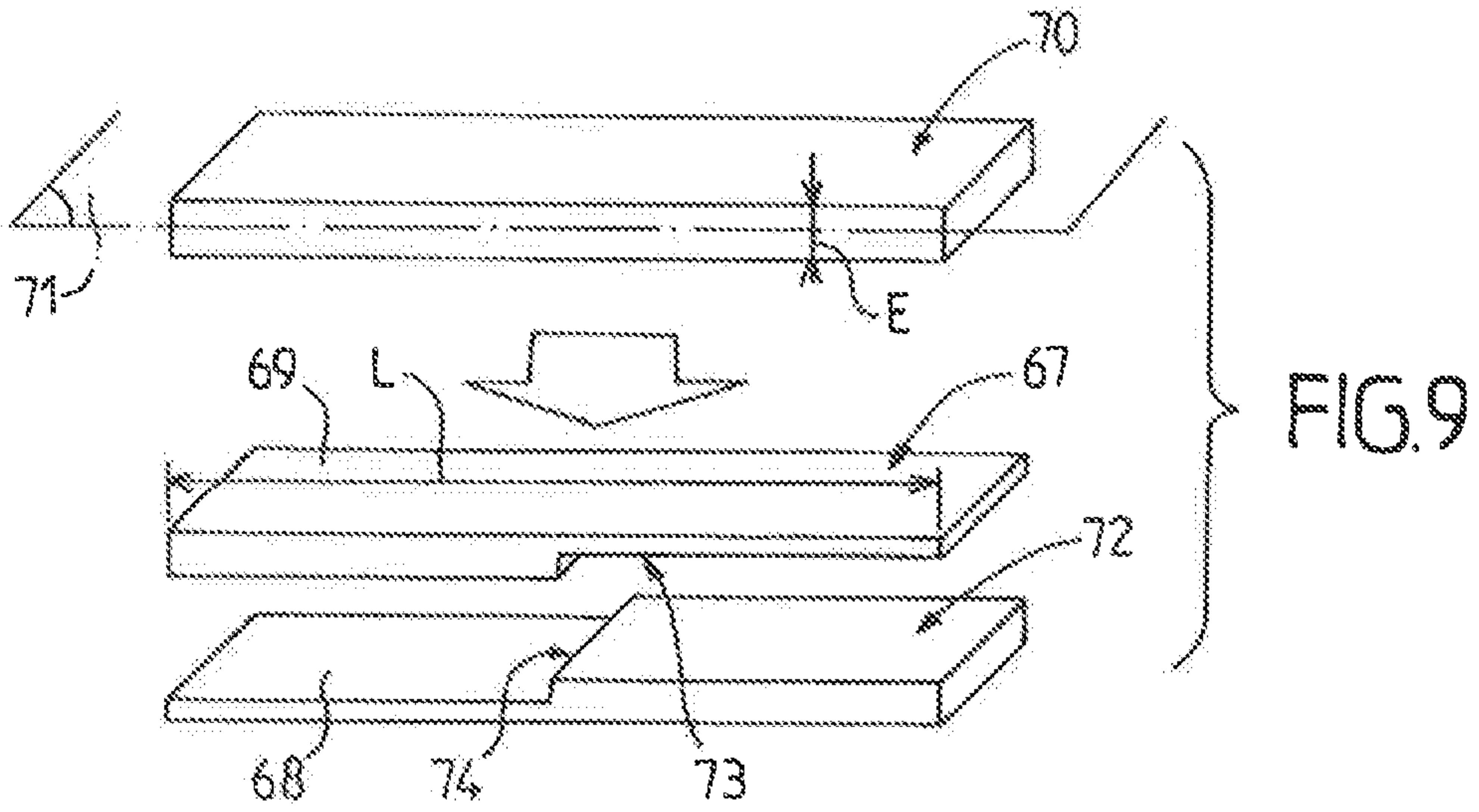


FIG. 2

