

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Numéro de publication:

**0 205 381
B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

45

Date de publication du fascicule du brevet:
24.05.89

51

Int. Cl.1: **F 15 B 5/00**

21

Numéro de dépôt: **86401193.7**

22

Date de dépôt: **04.06.86**

54

Transducteur électro-fluidique du type buse/palette et servo-valve hydraulique équipée d'un tel transducteur.

30

Priorité: **10.06.85 FR 8508713**

43

Date de publication de la demande:
17.12.86 Bulletin 86/51

45

Mention de la délivrance du brevet:
24.05.89 Bulletin 89/21

84

Etats contractants désignés:
CH DE FR GB IT LI

56

Documents cités:
**EP-A- 0 046 431
DE-A- 2 511 752
US-A- 3 222 462
US-A- 3 456 669
US-A- 3 761 956**

73

Titulaire: **CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES
MECANIQUES, 52, avenue Félix-Louat B.P. 67,
F-60304 Senlis Cédex (FR)**

72

Inventeur: **Lecerf, Jean-Pierre, 98, rue J.B. Carpeaux,
F-60100 Creil (FR)**
Inventeur: **Favey, Charles, 15 Rue du Saulier,
F-60270 Gouvieux (FR)**
Inventeur: **Meurice, Pierre, 20 Rue A. Dumas, F-93150 Le
Blanc-Mesnil (FR)**

74

Mandataire: **Levy, David et al, c/o S.A.
Fedit-Loriot 38, avenue Hoche, F-75008 Paris (FR)**

EP 0 205 381 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un transducteur électro-fluidique du type buse/palette, notamment pour la commande d'une servo-valve hydraulique à partir de signaux électriques.

L'invention vise plus particulièrement un transducteur dans lequel la palette mobile est constituée par un bilame piézo-électrique dont l'une au moins des faces coopère directement avec au moins une buse pour contrôler, en fonction des déformations dudit bilame provoquées par lesdits signaux électriques, le débit de fuite de ladite ou desdites buses.

La variation du débit de fuite de la ou des buses peut être utilisée, de façon connue, pour piloter les déplacements du tiroir d'une servo-valve.

Un transducteur de ce genre, pour la commande d'une servo-valve, a été décrit par exemple dans la demande de brevet allemand DE-A-2511752, publiée le 7 octobre 1976.

On sait qu'un bilame piézo-électrique est composé de deux couches de matériaux séparées par une électrode commune. Dans une des couches, les cristaux se contractent alors que dans l'autre ils se dilatent, ce qui produit une cambrure de la lame.

Dans les transducteurs proposés jusqu'à présent, le bilame est encastré rigidement, à ses deux extrémités ou bien à une seule d'entre elles (à la façon d'une poutre cantilever), dans un carter contenant les buses, de manière à fixer la position de repos du bilame par rapport aux buses. Dans le cas d'un bilame ayant une forme circulaire, la fixation par encastrement peut être faite sur tout le bord périphérique du bilame.

Les servo-valves équipées de tels transducteurs sont appréciées pour leur fiabilité, due au petit nombre de pièces du transducteur, pour leurs faibles volumes et poids, et pour leur très faible consommation électrique en régime statique.

Cependant, la précision et la répétabilité de ce type de servo-valves sont insuffisantes pour certaines applications. En effet, la courbe du déplacement du bilame par rapport à la buse associée, en fonction de la tension appliquée au bilame, peut présenter une hystérésis d'environ 15%. Il en résulte que les caractéristiques de sortie de la servo-valve (pression ou débit) sont affectées de la même imprécision.

La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient et d'améliorer la précision et la répétabilité, grâce à un transducteur perfectionné.

La Demanderesse a étudié la déformation des bilames piézo-électriques et a observé qu'on ne pouvait pas tenir fermement le matériau, par encastrement, sans contrarier la libre dilatation ou contraction des cristaux et influencer, par là-même, la «déformée» du bilame. Dans la zone d'encastrement, les micro-cristaux subissent une compression permanente et, en bordure de l'encastrement, le matériau subit un effort de cisaillement par l'arête terminale de la surface d'encastrement. Il en résulte que la flèche ou la cambrure d'un bilame encastré est inférieure à la flèche ou

cambrure naturelle que pourrait prendre librement ce bilame et que, au surplus, les déformations ne sont pas identiques au cours d'un cycle complet de variation de la tension électrique de commande.

La Demanderesse a découvert qu'il était possible de remédier aux inconvénients décrits ci-dessus grâce à un montage «flottant» du bilame piézo-électrique.

L'invention a pour objet un transducteur du type buse/palette, à bilame piézo-électrique, coopérant directement avec le ou les buses, dans lequel le bilame piézo-électrique est maintenu seulement en position, en regard de la ou des buses, par des organes d'appui sensiblement ponctuels, agissant sur les deux faces opposées du bilame, situés au voisinage des bords dudit bilame, jouant le rôle de pivots et autorisant la libre déformation naturelle dudit bilame sur toute sa surface sous l'effet desdits signaux électriques. Les organes d'appui sont disposés par paires, en regard l'un de l'autre, sur les deux faces opposées du bilame. Les organes d'appui situés sur l'une des faces du bilame sont des appuis rigides fixes et les organes d'appui situés sur l'autre face du bilame sont mobiles dans au moins une direction perpendiculaire aux faces du bilame.

Grâce à cette disposition, on supprime totalement tout encastrement du bilame intervenant sur une surface appréciable de celui-ci.

Toutes autres choses égales par ailleurs, on a pu mesurer qu'avec un transducteur suivant l'invention l'hystérésis est seulement de l'ordre de 1% au lieu d'environ 15%, comme indiqué précédemment.

L'invention a également pour objet les servo-valves hydrauliques pilotées par un transducteur électro-piézo-hydraulique tel que défini ci-dessus.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description et des dessins qui montrent diverses formes de réalisation de l'invention.

La fig. 1 est une vue en coupe d'une servovalve hydraulique pilotée par un transducteur suivant l'invention;

les fig. 2 et 3 sont des vues partielles, considérablement agrandies, de la fixation du bilame, au repos et lorsque le bilame se déforme;

la fig. 4 illustre la fixation du bilame par des supports mécaniques élastiques;

la fig. 5 est une vue schématique d'un transducteur buse/palette à une seule buse;

la fig. 6 est une vue en coupe d'un transducteur à palette circulaire, avec une seule buse;

la fig. 7 est une vue partielle du transducteur de la fig. 6, avec un autre mode de réalisation du système de fixation de la palette;

les fig. 8A, 8B, 8C et 9A, 9B, 9C sont des vues en perspective de palettes piézo-électriques ouvragées;

la fig. 10 est une représentation schématique d'encore une variante de fixation flottante de la palette dans un transducteur suivant d'invention.

La servo-valve hydraulique représentée sur la fig. 1 comprend essentiellement un transducteur électro-fluidique 2, constituant un étage pilote

pour un distributeur 4. Une telle servo-valve peut être utilisée pour commander un appareil récepteur, par exemple un vérin hydraulique à double effet 6.

Dans le mode de réalisation représenté, le transducteur 2 comporte deux buses ou gicleurs 8, 8', fixées dans un carter 10, qui débouchent directement en regard des deux faces d'une palette ou bilame piézo-électrique 12 recevant le signal électrique de commande par un conducteur 14.

Ainsi qu'il est connu, la déformation de la palette 12 modifie le rapport des fuites entre les deux buses 8, 8'.

Le distributeur 4 peut être d'un type quelconque connu. Il comporte par exemple un tiroir de commutation 16 obturant ou découvrant les conduits haute pression et basse pression 18, 20 ainsi que les conduits l'utilisation 22, 24 allant au vérin 6. Le tiroir 16 est centré par des ressorts 26, 26' et délimite, à ses deux extrémités, des chambres de pression 28, 28' qui sont en communication, par des conduits 30, 32, 30', 32' avec les buses 8, 8'.

Le fonctionnement d'une telle servo-valve est suffisamment connu pour qu'il suffise de rappeler que les signaux électriques appliqués à la palette piézo-électrique 12 permettent de commander l'organe moteur 6.

Suivant l'invention, et comme il est clairement représenté sur la fig. 1, la palette 12 est montée «flottante» dans une chambre 33 limitée par les parois du carter 10, c'est-à-dire sans aucun encastrement d'une partie de la palette dans un support rigide, par exemple dans les parois du carter 10.

La palette 12 est maintenue seulement en position, en regard des buses 8, 8', par des organes d'appui sensiblement ponctuels ou linéaires formant une suspension de type rotulaire.

Dans le cas de la fig. 1 (et en supposant que la palette 12 est une lame allongée de forme rectangulaire), des premiers appuis, sur l'une des faces de la palette, sont constitués par deux supports, en forme d'arête, 34, 34' solidaires d'une première paroi du carter 10. Des seconds appuis, sur la face opposée de la palette, sont constitués par des presseurs élastiques 36, 36', appliqués contre la palette par des ressorts 38, et dont les têtes sont de forme sphérique, ou cylindrique, pour minimiser les frottements et permettre un «roulement» de la palette sur les presseurs. Les presseurs élastiques 36, 36' sont supportés par la seconde paroi du carter 10.

Les premiers organes 34 forment des appuis sensiblement linéaires, les seconds organes 36 forment des appuis sensiblement ponctuels, les premiers et seconds organes d'appui étant situés en face les uns des autres, sur les deux faces opposées de la palette, au voisinage des bords de la palette.

Des butées ou cales de réglage 40, 40' (fixes ou ajustables) peuvent être prévues, dans le carter 10, pour assurer le centrage longitudinal de la palette 12 dans le carter.

On a représenté schématiquement, sur la fig. 2, à une échelle agrandie, le système de montage flottant, sur un des bords seulement de la palette

12, la palette étant représentée en traits pleins dans sa position plane de repos et en traits interrompus dans sa position incurvée (considérablement exagérée) sous l'effet d'une tension électrique. On voit que, lorsqu'elle se déforme, la palette pivote sans frottement autour de l'arête du support fixe 34 et repousse le poussoir élastique mobile 36, sans que, pratiquement, la libre déformation de la palette soit entravée, comme cela se produisait avec les palettes encastrées dans le carter.

Dans la variante représentée sur la fig. 3, le support fixe 42 présente, non plus une arête vive, mais une surface d'appui cylindrique (ou sphérique dans le cas d'un appui ponctuel) de façon qu'il se produise un roulement de la surface de la palette contre la surface de l'organe d'appui.

Dans la variante représentée sur la fig. 4, les organes d'appui sont constitués par des doigts 46, 46', à tête sphérique ou cylindrique, les doigts 46 formant les supports fixes, tandis que les doigts 46' sont pressés élastiquement contre la palette 12 par des ressorts 38.

Bien entendu différents types d'organes d'appui peuvent être combinés entre eux, par exemple une bille métallique en regard d'un poussoir élastique tel que 46' sur la fig. 4.

Le nombre des paires d'organes d'appui peut varier suivant la forme de la palette. Par exemple, pour une palette rectangulaire, on peut utiliser (fig. 1) deux paires d'organes d'appui comprenant chacune un appui linéaire (34) et un appui ponctuel (36), ou bien trois ou quatre paires d'organes d'appui ponctuels (fig. 4).

Dans le cas d'une palette circulaire, on utilise avantageusement trois paires d'organes d'appui équialement répartis, ou encore une infinité de points d'appui en continu, formant une ligne continue d'appui, comme on le verra à propos du mode de réalisation de la fig. 6.

Il a surtout été question dans ce qui précède de transducteurs comportant une buse ou gicleur en regard de chacune des faces du bilame piézo-électrique, les deux buses fonctionnant différemment. Mais l'invention s'applique aussi, bien entendu, au cas où le transducteur ne comprend qu'une seule buse 8 en regard de l'une des faces de la palette 12, comme cela est représenté schématiquement sur la fig. 5. Là encore, la palette 12 est maintenue par un montage flottant comportant des appuis rotulaires 34, 34' et 36, 36', par exemple analogues à ceux de la fig. 1.

On a représenté sur la fig. 6 un mode de réalisation d'un transducteur comportant une seule buse 8 en regard de la palette 12, celle-ci ayant une forme circulaire et non pas rectangulaire.

Le carter 10 est formé de deux parties assemblées 10, 10'. La partie 10' du carter comporte une lèvre circulaire en saillie 52, ayant par exemple un profil arrondi, qui constitue une ligne continue de points d'appui sur laquelle porte la face inférieure de la palette 12 et contre laquelle cette face inférieure peut se déplacer par roulement lors des déformations de la palette.

Les seconds appuis, sur la face opposée de la palette 12, sont constitués par un joint circulaire à section ronde 54, en matériau élastique, qui est positionné dans une gorge circulaire 56 creusée dans la partie 10 du carter.

La palette circulaire 12 est ainsi supportée, de façon flottante, sans encastrement, au voisinage de son bord périphérique, par deux lignes d'appui continues circulaires se faisant face.

Une variante de ce montage, pour le même transducteur, est représentée partiellement sur la fig. 7 où la lèvre circulaire en saillie 52', ménagée dans la partie 10' du carter, a un profil en arête. La palette 12 est alors libre de pivoter autour de cette arête, comme il a été exposé à propos des fig. 1 et 2, cette arête formant une ligne continue de points d'appui. Les seconds organes d'appui peuvent être constitués par une pluralité (par exemple 3) de poussoirs 46', à tête sphérique, soumis à l'action de ressorts 38' et analogues à ce qui est représenté sur la fig. 5.

Bien entendu un même mode de suspension, avec appuis en ligne continue et ou avec appuis ponctuels, peut s'appliquer à des palettes piézo-électriques de forme polygonale.

On a décrit dans ce qui précède des transducteurs utilisant des palettes piézo-électriques de forme rectangulaire, polygonale ou circulaire, ces palettes étant pleines.

Mais on peut utiliser également, comme il est représenté sur les fig. 8A, 8B, 8C une palette 12 ouvragée présentant des découpes 62 laissant subsister entre elles au moins une bande libre 64 sur laquelle n'agit aucun organe d'appui.

Les organes d'appui ont été schématisés par des flèches 66, 66', 66'', ces organes d'appui pouvant être de l'un des types quelconques décrits dans ce qui précède. La ou les buses, schématisées par leur point d'impact 68 sur la palette 12, débouchent en regard des bandes libres 64 de la palette. Les découpes 62 permettent d'adapter la flexibilité de la palette bilame tout en éloignant de la zone de contrainte maximale l'influence de la fixation.

On peut également prévoir, comme il est représenté sur les fig. 9A, 9B, 9C des formes plus complexes, présentant plusieurs fentes pour former des bilames 12 particulièrement ouvragés en vue d'exécuter des fonctions multiples. Chaque bande active 64 du bilame peut être associée à une buse ou à deux buses dont on a indiqué les emplacements 68. Les organes d'appui ont été symbolisés par des flèches 66.

Chaque bande 64 peut être découpée électriquement de ses voisines en découpant une partie des électrodes suivant des saignées 70 ou 70' judicieusement disposées de façon à découpler l'interaction mécanique des bilames 12 entre eux, chaque bande active recevant son signal électrique par un conducteur distinct 14, 14', 14''. Comme il est représenté sur la fig. 9C chaque bande active 64 peut être fixée en version deux appuis, l'emplacement 68 de la buse (ou des buses) étant situé entre deux appuis. Mais, comme il est représenté sur les fig. 8A, 8B, 8C,

13B, chaque bande 64 peut être fixée en simple appui, à la façon d'une poutre cantilever, l'emplacement 68 de la buse se trouvant alors à l'extrémité libre de la lame pour bénéficier, vis-à-vis de la buse, de la déformation totale du bilame.

Une fixation analogue à une fixation cantilever peut également être réalisée avec une palette 12 de forme simple, rectangulaire allongée, comme il est schématiquement représenté sur la fig. 10 où la déformation de la palette 12 a été considérablement exagérée. Dans ce cas, deux appuis fixes 34, 34' rapprochés, sont prévus au voisinage de l'un des bords 72 de la palette et coopèrent avec des appuis élastiques opposés 36, 36' tandis que les buses 8, 8' coopèrent avec la palette 12 au voisinage de son bord libre 74, de façon à utiliser la totalité de la déformation du bilame sur sensiblement toute sa longueur.

Il est connu que l'un des inconvénients des bilames piézo-électriques utilisés dans les transducteurs buse/palette jusqu'à présent est la tension de commande élevée qu'ils nécessitent (plus de 100 V et, généralement de l'ordre de 200 V) et que leurs autres inconvénients sont le faible déplacement (quelques dizaines de microns), déplacement qui est contrarié par le ou les encastres du bilame dans le carter, ainsi que la non reproductibilité des déplacements au cours d'un cycle de déformation.

Le système de montage flottant du bilame suivant l'invention, sans aucun encastrement, permet d'obtenir un rapport «déplacement/tension de commande» beaucoup plus élevé et de réduire dans une très grande mesure le phénomène d'hystérésis.

Revendications

1. Transducteur électro-fluidique (2) du type buse/palette, notamment pour la commande d'une servovalve hydraulique à partir de signaux électriques, dans lequel la palette mobile est constituée par un bilame piézo-électrique (12) dont l'une au moins des faces coopère directement avec au moins une buse (8, 8') pour contrôler, en fonction des déformations dudit bilame provoquées par lesdits signaux électriques, le débit de fuite de ladite ou desdites buses, ledit transducteur étant caractérisé: en ce que ledit bilame piézo-électrique (12) est maintenu en position, en regard de la ou des buses (8, 8') par des organes d'appui (34, 34', 36, 36', 42, 46, 46', 52, 52', 54), agissant sur les deux faces opposées du bilame, situés au voisinage des bords dudit bilame;

— en ce que les organes d'appui sont en contact sensiblement ponctuel avec les faces du bilame (12);

— en ce que les organes d'appui sont disposés par paires (34, 36), en regard l'un de l'autre, sur les deux faces opposées du bilame;

— en ce que les organes d'appui (34, 34', 42, 46, 52, 52') situés sur l'une des faces du bilame sont des appuis rigides fixes;

— en ce que les organes d'appui (36, 36', 46', 54) situés sur l'autre face du bilame sont mobiles

dans au moins une direction perpendiculaire aux faces du bilame; et

– en ce que les organes d'appui forment, par paire, des pivots rotulaires autorisant les libres déformations naturelles dudit bilame sur toute sa surface sous l'effet desdits signaux électriques.

2. Transducteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les organes d'appui sont constitués par des billes.

3. Transducteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les organes d'appui sont constitués par des doigts presseurs (36, 36', 42, 46, 46') à surface terminale dure sensiblement sphérique; et en ce que les doigts (36, 36', 46') situés sur l'autre face précitée du bilame (12) sont sollicités vers le bilame par des ressorts (38).

4. Transducteur suivant l'une des revendications précédentes, qui comprend un carter (10) formant une chambre fermée (33), ledit carter supportant au moins une buse (8) d'arrivée de fluide dont l'ajutage débouche en regard de l'une des faces du bilame (12), ledit transducteur étant caractérisé en ce que les organes d'appui (34, 34', 36, 36') précités sont portés, à l'intérieur de ladite chambre (33) par les parois du carter.

5. Transducteur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le bilame (12) monté librement entre ses organes d'appui, est centré latéralement dans la chambre (33) précitée par des cales de centrage (40, 40') portées par le carter (10).

6. Servo-valve hydraulique (4), caractérisée en ce qu'elle est pilotée par un transducteur électropiézo-hydraulique (2) à buses/palette suivant l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Elektrofluidischer Düsen-/Prallplattenwandler (2), insbesondere zur Steuerung eines hydraulischen Servoventils durch elektrische Signale,

bei dem die bewegliche Prallplatte aus einer piezo-elektrischen Doppellamelle (12) besteht, die mit wenigstens einer Seite direkt mit wenigstens einer Düse (8, 8') zusammenwirkt, wobei der Durchsatz dieser Düse bzw. Düsen in Abhängigkeit von durch die genannten elektrischen Signale bewirkten Verformungen der Doppellamelle gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet,

daß die piezoelektrische Doppellamelle (12) relativ zu der Düse bzw. den Düsen (8, 8') durch Stützorgane (34, 34', 36, 36', 42, 46, 46', 52, 52', 54) in ihrer Position gehalten wird, die auf die beiden entgegengesetzten Seiten der Doppellamelle einwirken und in der Nähe von deren Rändern liegen,

daß die Stützorgane mit den Seiten der Doppellamelle (12) annähernd punktförmigen Kontakt haben,

daß die Stützorgane auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Doppellamelle paarweise (34, 36) zueinander angeordnet sind,

daß die Stützorgane (34, 34', 42, 46, 52, 52'), die auf der einen Seite der Doppellamelle liegen, feste, starre Stützen sind,

daß die Stützorgane (36, 36', 46', 54), die auf der anderen Seite der Doppellamelle liegen, in wenigstens einer zu den Seiten der Doppellamelle senkrechten Richtung beweglich sind,

und daß die Stützorgane paarweise Drehgelenke bilden, die es erlauben, daß sich auf der gesamten Fläche der Doppellamelle unter dem Einfluß der elektrischen Signale freie natürliche Verformungen ausbilden können.

2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützorgane aus Kugeln bestehen.

3. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützorgane aus Druckfingern (36, 36', 42, 46, 46') mit einer annähernd sphärischen, harten Endfläche bestehen und daß die auf der genannten anderen Seite der Doppellamelle liegenden Finger (36, 36', 46') von Federn (38) gegen die Doppellamelle vorgespannt werden.

4. Wandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem eine geschlossene Kammer (33) bildenden Gehäuse (10), das wenigstens eine Flüssigkeitseintrittsdüse (8) trägt, deren Düsenöffnung vor einer der Seiten der Doppellamelle (12) mündet, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützorgane (34, 34', 36, 36') im Innern der Kammer (33) von den Wänden des Gehäuses getragen sind.

5. Wandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die frei zwischen ihren Stützorganen montierte Doppellamelle (12) in der Kammer (33) seitlich durch von dem Gehäuse (10) getragene Zentrierkeile (40, 40') zentriert ist.

6. Hydraulisches Servoventil (4), dadurch gekennzeichnet, daß es von einem piezoelektrisch-hydraulischen Düsen-/Prallplattenwandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche gesteuert ist.

Claims

1. An electrofluidic transducer (2) of the nozzle/plate type, particularly for controlling a hydraulic servo-valve by means of electrical signals, in which the movable plate consists of a piezoelectric bi-metallic strip (12), at least one of the faces of which interacts directly with at least one nozzle (8, 8') to control the flow rate from the said nozzle or the said nozzles as a function of the deformations of the said bi-metallic strip which are caused by the said electrical signals, the said transducer being characterized in that the said piezoelectric bimetallic strip (12) is held in position opposite the nozzle or nozzles (8, 8') by supporting members (34, 34', 36, 36', 42, 46, 46', 52, 52', 54) acting on the two opposing faces of the bi-metallic strip and located in the vicinity of the edges of the said bi-metallic strip,

– the supporting members are in substantially point contact with the faces of the bi-metallic strip (12),

– the supporting members are arranged in pairs (34, 36) opposite one another on the two opposing faces of the bi-metallic strip,

– the supporting members (34, 34', 42, 46, 52, 52') located on one of the faces of the bi-metallic strip are fixed rigid supports,

– the supporting members (36, 36', 46', 54) located on the other face of the bi-metallic strip are movable in at least one direction perpendicular to the faces of the bi-metallic strip,

– and the supporting members form, in pairs, knuckle-type pivots allowing the free natural deformation of the said bimetallic strip over its entire surface under the effect of the said electrical signals.

2. The transducer as claimed in claim 1, wherein the supporting members consist of balls.

3. The transducer as claimed in claim 1, wherein the supporting members consist of pressing fingers (36, 36', 42, 44, 46') with a substantially spherical hard end surface, and wherein the fingers (36, 36', 46') located on the other aforesaid face of the bi-metallic strip (12) are stressed to-

wards the bi-metallic strip by means of springs (38).

4. The transducer as claimed in one of the preceding claims, which comprises a housing (10) forming a closed chamber (33), the said housing supporting at least one fluid inflow nozzle (8), the hole of which opens out opposite one of the faces of the bi-metallic strip (12), and in which the aforesaid supporting members (34, 34', 36, 36') are carried, inside the said chamber (33), by the walls of the housing.

5. The transducer as claimed in claim 4, wherein the bi-metallic strip (12) mounted freely between its supporting members is centered laterally in the aforesaid chamber (33) by means of centering wedges (40, 40') carried by the housing (10).

6. The hydraulic servo-valve (4) which is controlled by a piezoelectric hydraulic transducer (2) of the nozzle/plate type as claimed in one of the preceding claims.

FIG. 1

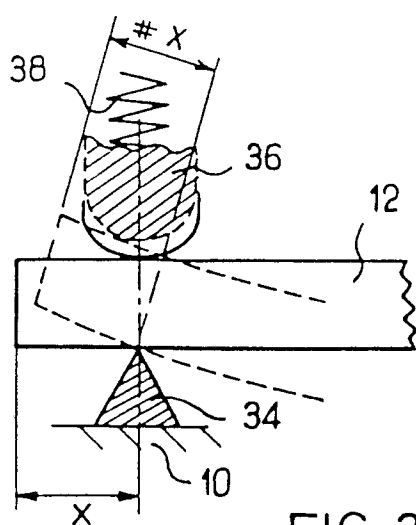
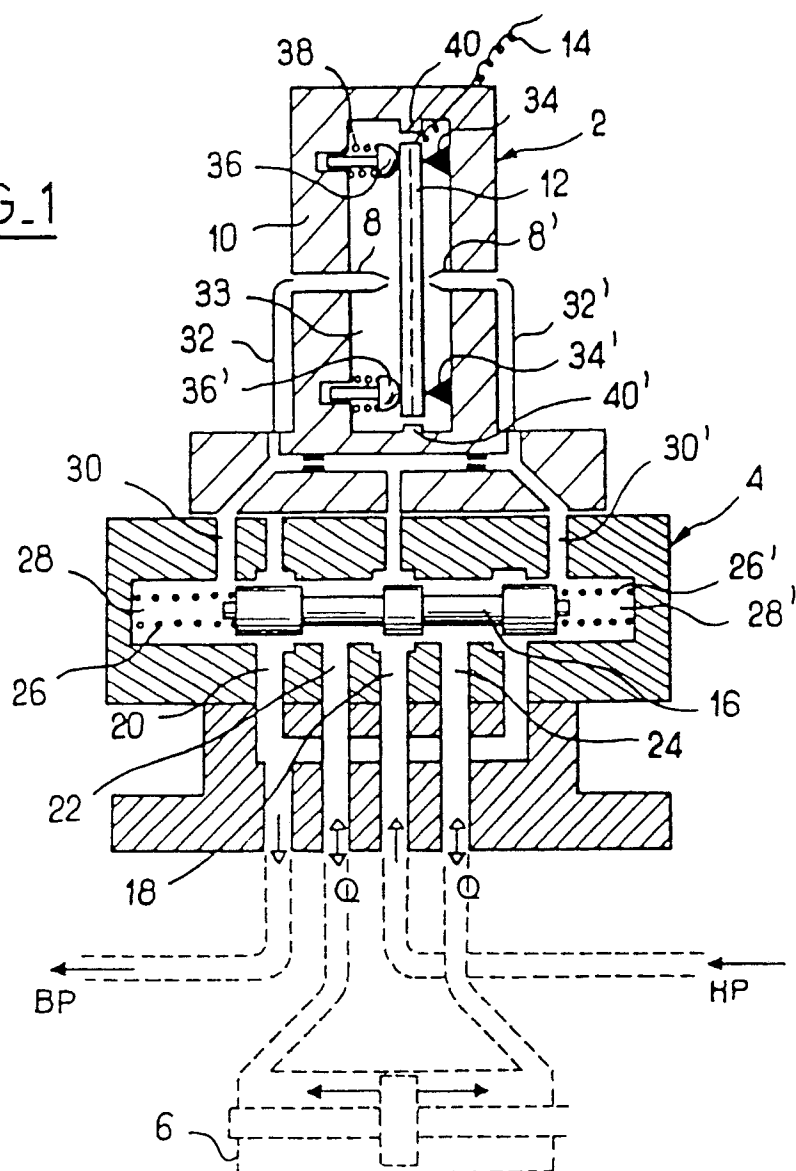


FIG. 2

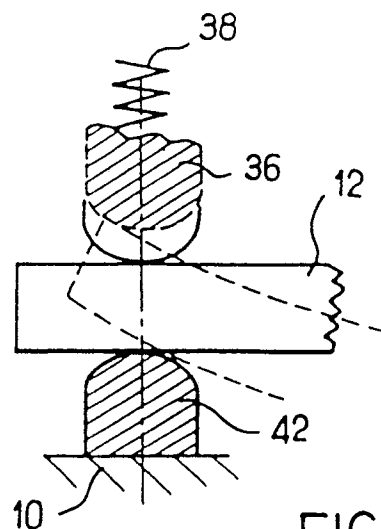


FIG. 3

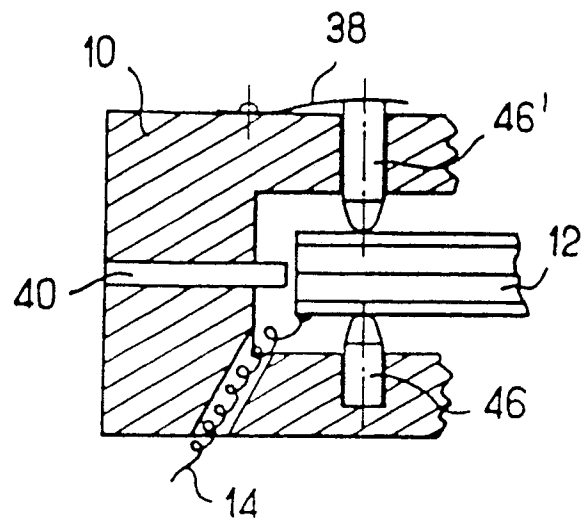


FIG. 4

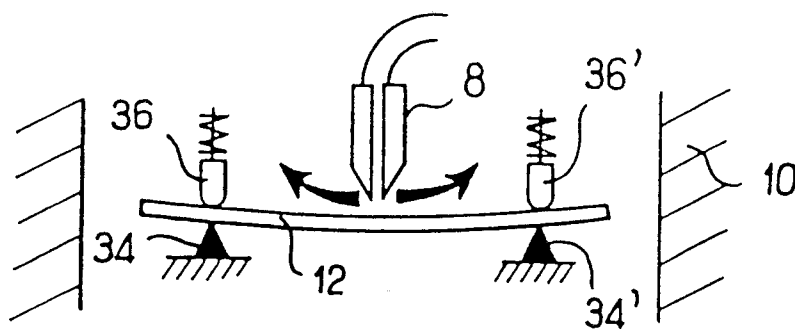


FIG. 5

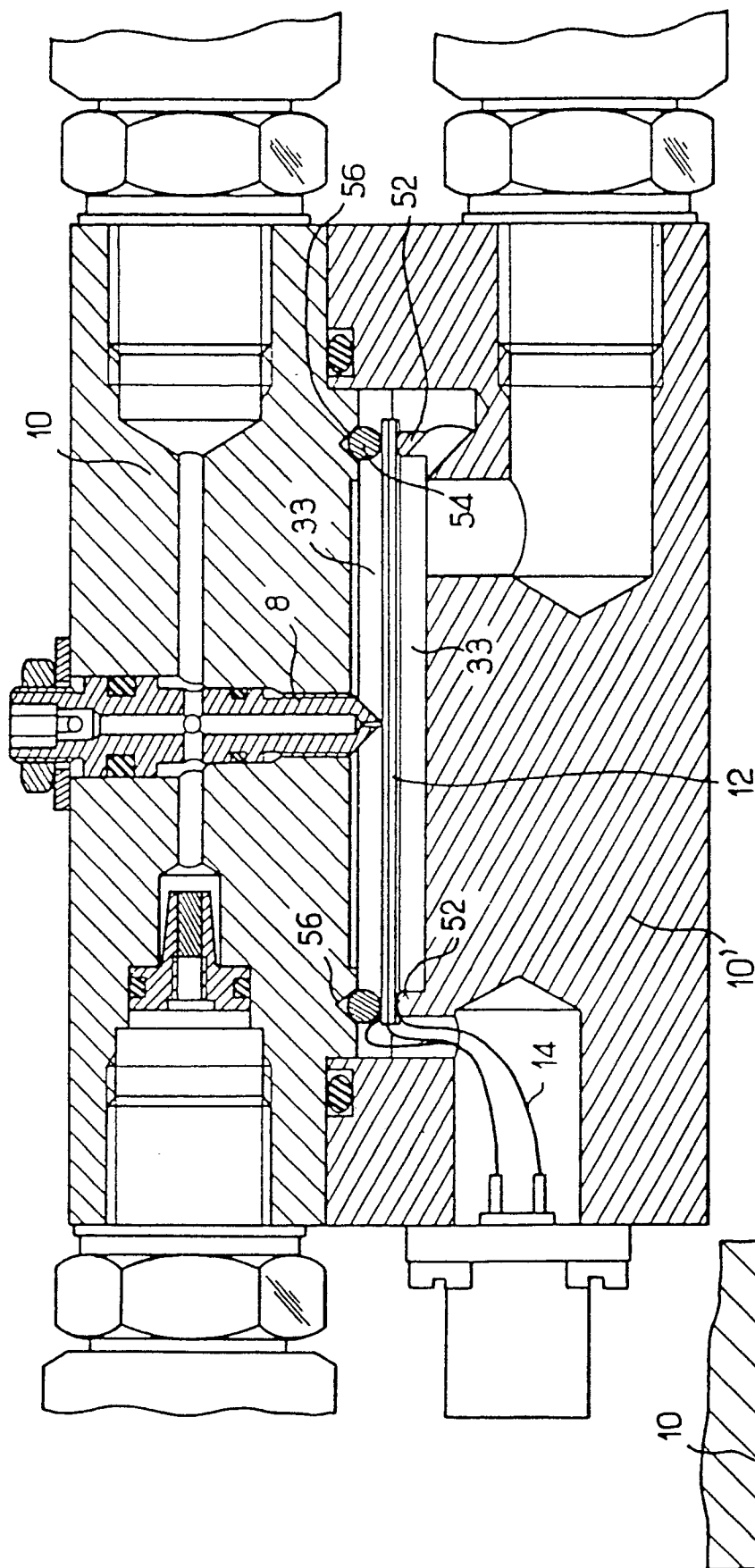


FIG. 6

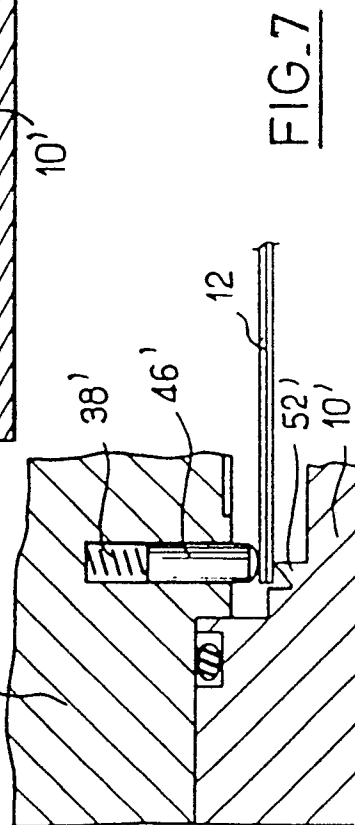


FIG. 7

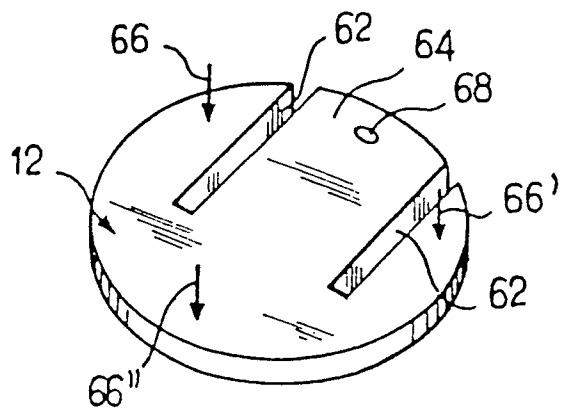


FIG. 8 A

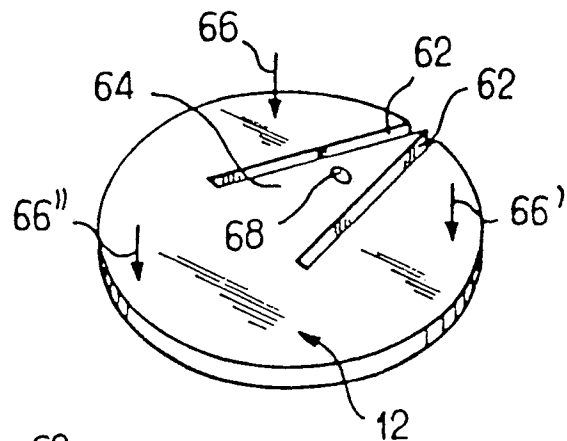


FIG. 8 B

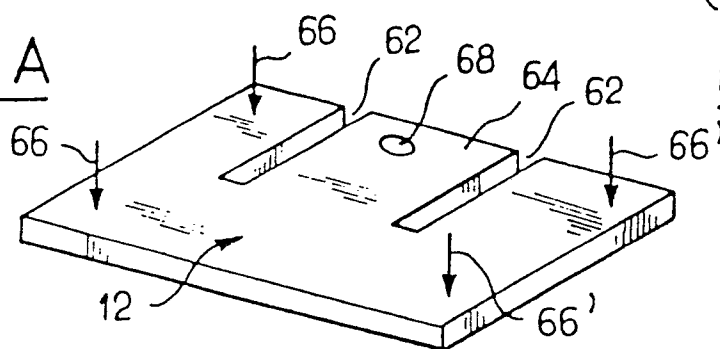


FIG. 8 C

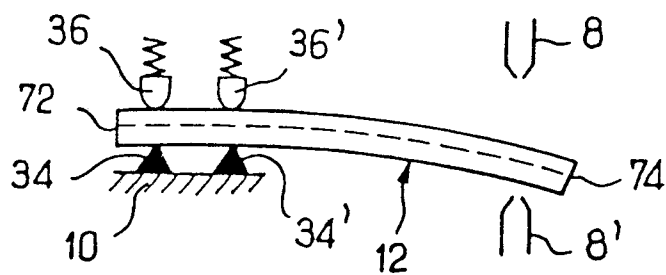


FIG. 10

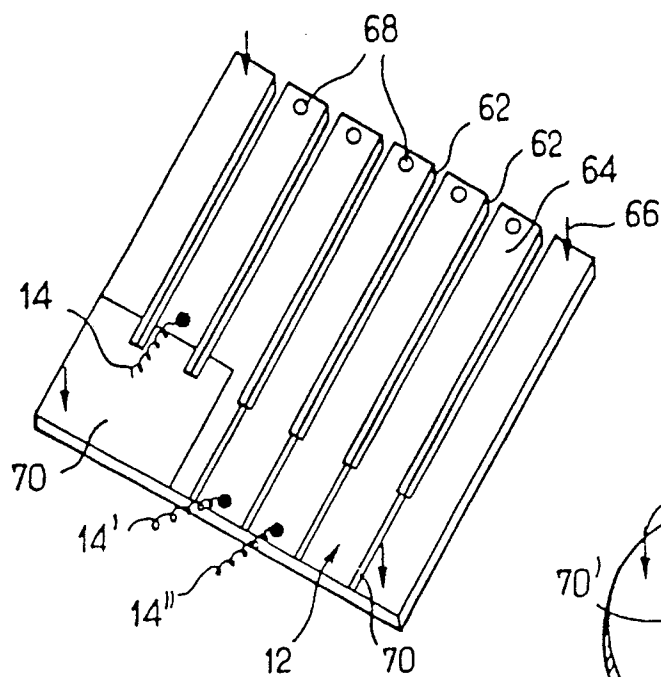


FIG. 9A

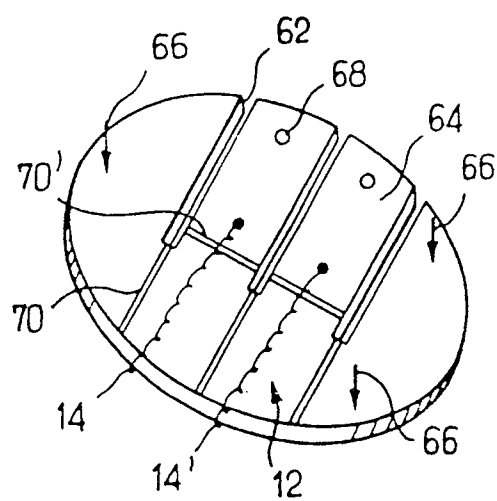


FIG. 9B

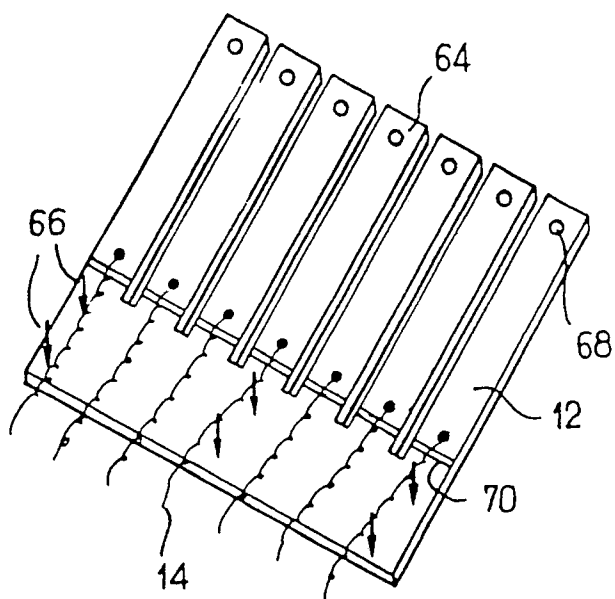


FIG. 9C