

①2

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITÉ

A3

②2 Date de dépôt : 13 août 1987.

③0 Priorité : DE, 25 août 1986, n° P 36 28 847.0.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 8 du 26 février 1988.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société allemande dite : MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN e. V. — DE.*

⑦2 Inventeur(s) : Günter Haas.

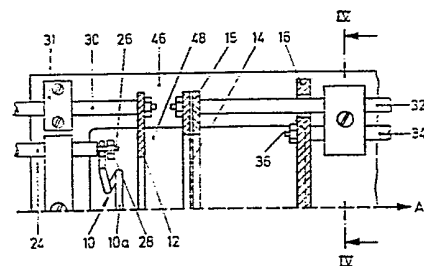
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Michel Bruder.

⑤4 Manomètre à ionisation à cathode chaude.

⑤7 L'invention concerne un manomètre à ionisation à cathode chaude.

Ce manomètre est caractérisé en ce qu'il comprend les électrodes suivantes, espacées entre elles et dans l'ordre indiqué suivant un axe A, a) une cathode 10 constituée par un filament de tungstène d'une épaisseur minimale de 0,5 mm, lequel comporte une partie intermédiaire active 10a, b) une électrode de commande en forme d'écran plat 12, disposée à proximité de et parallèlement à la partie active 10a de la cathode 10 et pourvue d'une ouverture de forme allongée alignée avec la partie active de la cathode, c) une électrode accélératrice plate 14, disposée parallèlement à l'électrode de commande 12 à une certaine distance de celle-ci, et d) une électrode plate de captage d'ions 16, parallèle à l'électrode de commande 14 et en forme de plaque.



La présente invention concerne un manomètre à ionisation à cathode chaude.

Pour mesurer la densité de gaz neutres en présence de champs magnétiques puissants et d'un milieu perturbateur, comme par exemple dans des instruments de physique à plasma et dans des expériences de fusion, il est connu d'utiliser un manomètre à ionisation et cathode chaude, lequel comprend un système linéaire à triode composé d'une cathode en filament de tungstène thorié relativement épais (0,6 mm), d'une grille accélératrice et d'un collecteur d'ions relativement important, disposés le long d'un axe à des intervalles déterminés. L'axe du système à triode est sensiblement parallèle au champ magnétique qui contraint les électrons émis par la cathode et accélérés par la grille accélératrice à suivre des trajectoires orientées le long des lignes du champ magnétique (cf. Journal of Nuclear Materials 121 (1984) 151-156). On connaît également, d'après le Journal of Physics E:Scientific Instruments 1974, livre 7, pp.453-457, un manomètre à ionisation à cathode chaude pourvu d'un système linéaire d'électrodes, lequel est entouré d'un écran à plasma et composé d'une rangée de plaques annulaires, espacées entre elles, qui entourent le système d'électrodes disposé entre deux plaques terminales compactes.

On connaît déjà, d'après "The Review of Scientific Instruments" 34, N° 8, 942-943, Août 1963, un manomètre à ionisation à cathode chaude pourvu d'un système linéaire à électrodes, lequel comporte dans l'ordre sus-indiqué une électrode de captage, une grille-écran, une cathode hélicoïdale, une grille plate de modulation et une anode en forme de plaque. La grille de modulation permet d'interrompre périodiquement le courant d'électrode qui s'établit entre la cathode et l'anode. Les grilles se composent en fait de grilles en tungstène. Cette grille et la disposition de l'anode et de l'électrode de captage sur les côtés opposés de la cathode (suivant la disposition Schulz-Phelps) laissent supposer que la sensibilité dépend essen-

tiellement de l'orientation des champs magnétiques.

Il est également connu de hâcher le courant d'émission d'un manomètre à ionisation à cathode chaude, d'après J. Vac.Sci.Technol. Bd. 18 N°3, Avril 1981, pp.1017 à 1022.

5 La présente invention résoud le problème que pose la réalisation d'un manomètre à ionisation à cathode chaude pouvant mesurer la densité de gaz neutres dans une gamme comprise par exemple entre 10^{17} et 10^{21} m^{-3} , en particulier dans des conditions caractéristiques pour des expériences effectuées sur du plasma orienté par fusion (force du champ magnétique de 0 à
10 3 Tesla, avec un champ magnétique dont le sens varie jusqu'à $\pm 20^\circ$ ou davantage et de fortes conditions perturbatrices pour le plasma), ce manomètre étant de construction robuste, fiable en service et, si on le désire, très compacte, et ayant en outre une grande sensibilité qui dépend de façon reproductible de la force du champ magnétique, tout en étant indépen-
15 dant de l'orientation du champ dans un périmètre déterminé, prévu par construction et influençable par le sens du champ, et, dans une portée plus large, de la densité du gaz.

Sur le dessin annexé :

La FIGURE 1 montre schématiquement un manomètre à ionisation et cathode
20 chaude suivant un premier mode de réalisation de l'invention;

La FIGURE 2 est une vue simplifiée, en projection, du système d'électrodes du manomètre à ionisation de la Figure 1, en regardant dans le sens cathode-anode;

La FIGURE 3 est une vue en plan d'une partie d'un autre mode pratique
25 que de réalisation du manomètre à ionisation suivant l'invention;

La FIGURE 4 est une coupe faite suivant le plan IV-IV de la Figure 3;

La FIGURE 5 montre une vue simplifiée, en élévation latérale, d'un autre mode possible de réalisation de l'invention;

La FIGURE 6 est une vue en plan montrant une plaque de base du manomètre
30 à ionisation suivant la Figure 5;

La FIGURE 7 est une vue simplifiée, en plan, d'un mode de réalisation préféré et de construction particulièrement compacte de l'invention;

La FIGURE 8 représente une variante de réalisation de la cathode;

La FIGURE 9 est une vue latérale avec coupe partielle d'un mode préféré
35 de réalisation de l'invention;

La FIGURE 10 est une vue de face du manomètre à ionisation suivant la Figure 9, et

La FIGURE 11 est une coupe faite suivant le plan A-B de la Figure 9.

Le manomètre à ionisation à cathode chaude représenté schématiquement

- 3 -

sur les Figures 1 et 2 du dessin comprend une cathode 10 chauffée par du courant continu, sous forme d'un filament relativement épais (de préférence d'au moins 0,5 mm, par exemple 0,6 mm) de préférence en tungstène thioré, ainsi qu'une électrode de commande 12 en forme d'écran, disposée à proximité de la cathode 10, une électrode d'accélération 14 pourvue d'ouvertures découpées en forme de fentes, ainsi qu'une électrode de captage d'ions 16, ces électrodes étant disposées dans cet ordre et sensiblement parallèles les unes aux autres de manière à former un système linéaire tétrode.

Le système d'électrodes est agencé dans un boîtier 18 formant blindage ou écran contre le plasma, ce boîtier présentant un orifice d'accès 20 et assurant la thermalisation des molécules gazeuses qui y sont introduites. A une certaine distance à l'intérieur de l'ouverture 20 d'admission du gaz est disposée une chicane 17 qui assure une meilleure thermalisation. Le blindage peut également comporter une série de plaques annulaires espacées entre elles dans le sens axial, ainsi que des plaques de fermeture disposées aux deux extrémités de l'ensemble, ainsi qu'il est connu d'après le Journal of Physics E: Scientific Instruments, Bd. 7, 1974, pp. 453.

Comme le montre la Figure 2, la cathode 10 a une forme sensiblement en U et forme deux boucles annulaires qui isolent thermiquement la partie intermédiaire rectiligne, active et émettrice 10a du filament cathodique par rapport aux extrémités fixées aux barrettes de support et conductrices. L'électrode de commande 12 est une pièce en forme de plaquette percée d'une ouverture en forme de rectangle allongé, dont les côtés longs s'étendent parallèlement à la partie intermédiaire rectiligne et active 10a de la cathode. L'électrode accélératrice 14 se compose de préférence d'une feuille de molybdène pourvue de fentes 22 perpendiculaires à la partie active 10a de la cathode et qui assurent en service actif, conjointement à la partie alignée avec l'ouverture de l'électrode de commande 12, une transparence d'environ 80%.

Le manomètre à ionisation que montrent les Figures 1 et 2 peut être construit, dans sa réalisation pratique, de la façon représentée sur les Figures 3 et 4. Sur la Figure 3 on a représenté, pour plus de commodité, uniquement une moitié du manomètre à ionisation, l'autre moitié étant l'image spéculaire de la première pour ce qui concerne la cathode, par rapport à l'axe en tirets A.

Le filament qui constitue la cathode 10 présente à chacune de ses extrémités un oeillet qui sert à fixer cette extrémité à une barrette de support 24 agissant également en tant que conducteur d'alimentation en courant

électrique. La barrette-support 24 se termine par un goujon fileté 26 dont le diamètre est inférieur à celui de la partie principale de la barrette-support 24. L'oeillet formé à l'extrémité correspondante du filament cathodique est appliqué contre la face annulaire de la partie principale de la barrette-support 24 grâce à un écrou 28 qui se visse sur le goujon fileté 26, ce qui assure un montage fiable et un contact électrique efficace, tout en permettant un remplacement aisé de la cathode 10. Comme le montre la Figure 8, on peut également braser le filament cathodique dans des trous axiaux percés à cet effet dans les barrettes-supports en molybdène, en utilisant de la brasure à point de fusion élevé (par exemple en Au-Ni, p.f. env. 950°C), ce qui présente des avantages du point de vue de la technique de fabrication, Au cours de la même opération, on peut braser sur chaque barrette-support 24 une collerette 24a munie d'un biseau (analogue à un écrou ou en remplacement de celui-ci), notamment lorsque la cathode doit être montée de la façon que montrent les Figures 5 à 7 et qui sera exposée plus loin.

Pour maintenir l'électrode de commande 12 il est prévu une barrette-support 30. L'électrode de commande 12 présente pour la barrette-support 30 un trou et elle est fixée, tout comme la cathode 10, par un goujon fileté formé en bout de la barrette-support 30 et qui traverse un trou formé dans celle-ci, la fixation et le blocage s'effectuant à l'aide d'un écrou vissé sur ce goujon.

Pour assurer le maintien mécanique et la connexion électrique de l'électrode accélératrice 14 et de l'électrode de captage d'ions 16 il est prévu, dans chaque cas, une barrette-support correspondante 32 ou 34. La barrette-support 32 de l'électrode accélératrice traverse une ouverture suffisamment grande 36 de l'électrode de captage d'ions 16.

Les barrettes-supports 24, 30, d'une part, et 32, 34, d'autre part, s'étendent axialement dans des directions opposées et elles sont maintenues chacune de la façon que montre la Figure 4 pour les barrettes-supports 32, 34. La fixation suivant la Figure 4 comprend un ressort de serrage 38 et une pièce de blocage 40 en forme de plaquette, pourvue de cavités en forme d'auges. Les barrettes-supports 32, 34 sont maintenues entre le ressort de serrage 38 et la pièce de blocage 40 par l'intermédiaire de cuvettes 42 en matériau isolant, par exemple en céramique, placées entre le ressort de serrage 38 et la pièce de blocage 40. Ces pièces 38 et 40 sont serrées l'une contre l'autre grâce à une vis 44 engagée dans un trou taraudé de la pièce de blocage 40, cette vis étant fixée par un écrou à la plaque de base 46 supportant le système d'électrodes et réalisée de préférence en

métal. La barrette-support 30 est maintenue grâce à une plaquette élastique 31 fixée à la plaque de base à l'aide de deux vis, la barrette-support isolée par des pièces de blocage, d'une façon analogue à ce que montre la Figure 4, étant comprimée dans des cuvettes isolantes correspondantes formées dans la plaquette de blocage (non représentée). La plaque de base 46 peut présenter une ouverture 48 qui permet un libre accès à l'intérieur du système d'électrodes même du côté de la fixation et qui doit s'étendre au moins sur toute la zone qui sépare les électrodes 14 et 16.

Dans un mode pratique de réalisation, la distance entre la partie active 10a de la cathode 10 et l'électrode de commande 12 représentait environ 1,6 mm; la distance entre les électrodes 12 et 14 environ 3,5 à 5 mm, et la distance entre les électrodes 14 et 16 environ 10 à 20 mm.

Les dimensions de l'ouverture de l'électrode de commande étaient en substance d'environ 2 x 14 mm et la longueur des parties actives 10a de la cathode était d'environ 10mm.

L'électrode accélératrice 14 se composait d'une tôle de molybdène d'une épaisseur d'environ 50 microns, ce qui, dans une zone moyenne d'environ 20 x 12 mm, correspond à environ 40 fentes parallèles d'une largeur d'environ 0,4 mm, séparées par des réglottes d'une largeur d'environ 0,1 mm. Cette tôle en molybdène était tendue dans un cadre 15 en U, réalisé en deux parties.

De préférence, les tensions de service seront les suivantes : +70 V pour la cathode; +25/100 V pour la tension carrée; +250 V pour l'électrode accélératrice, et -9 V pour l'électrode de captage d'ions. La cathode 10 sera chauffée de préférence avec du courant continu.

Les dimensions du boîtier de blindage au plasma, qui peut être réalisé par exemple en tôle d'acier inoxydable, pourraient être d'environ 40 x 35 x 20 mm et l'ouverture d'admission des gaz 20 peut être un trou circulaire d'un diamètre compris entre 5 et 10 mm. Ces valeurs correspondent à un temps de réponse d'environ 3 à 5 ms.

Dans le mode de réalisation représenté de façon simplifiée sur les Figures 5 et 6, les barrettes-supports et conductrices s'étendent transversalement par rapport à la dimension longitudinale du système d'électrodes, ce qui peut être avantageux du point de vue du gain de place. La disposition des électrodes est telle que celles-ci sont maintenues sur une plaque de base 146 par deux barrettes-supports 124 pour la cathode 110 et une barrette-support 130, 132 et 134 pour chacune des électrodes respectivement de commande 112, accélératrice 114 et de captage d'électrons 116. Ces barrettes-supports sont pourvues chacune d'un goujon fileté et d'un

écrou qui se visse sur ce goujon, de la façon décrite plus haut en se référant à la Figure 3. Comme le montre plus précisément à titre d'exemple la Figure 5, la barrette-support 124 est fixée sur la plaque de base par deux écrous 150, 152 qui se vissent sur l'extrémité filetée 154 de cette
5 barrette qui est affectée à l'électrode correspondante. Les barrettes-supports traversent chacune un trou 156 (Figure 6) prévu à cet effet dans la plaque de base 146 et garni, au cas où la plaque de base ne serait pas réalisée en matériau isolant, par exemple en céramique, PTFE (polytétrafluoroéthylène) ou similaire, d'un dispositif isolant tel qu'un coussinet 156 et
10 d'une rondelle de calage 158 en matériau isolant. Les électrodes 112, 114 et 116 présentent chacune une partie coudée à angle droit, formant patte de fixation, laquelle est pourvue d'un trou pour rendre l'électrode solidaire de la barrette-support correspondante, comme l'indique la Figure 5.

La Figure 7 montre schématiquement en plan un mode de réalisation
15 particulièrement compact du manomètre à ionisation à cathode chaude suivant l'invention. Dans ce mode de réalisation, les électrodes, comme dans le mode de réalisation de la Figure 6, sont maintenues par des barrettes-supports perpendiculaires à la plaque de base. Cependant, dans l'exemple de la Figure 7 on n'a représenté en plan que la plaque de base 246, les
20 trous 256a de fixation des barrettes-supports d'électrodes, les trous 256c et 256d pour chacune des barrettes-support de l'électrode de commande 212, l'électrode accélératrice 214 et l'électrode de captage d'ions 216, ainsi que les électrodes 212, 214 et 216 avec les barrettes-supports correspondantes.

25 Dans le mode de réalisation de l'invention que montrent les Figures 9 à 11, les différentes électrodes sont fixées sur deux plaques terminales 300, 302 disposées face-à-face, et maintenues de la façon déjà décrite en se référant à la Figure 5. Ces plaques terminales sont maintenues à l'écartement nécessaire et prévu par des entretoises 304, 306 orientées axialement. La cathode 310 est fixée à deux barrettes-supports 324 fixées à
30 leur tour par des écrous 350, 352 à la plaque terminale 302, ces barrettes étant par ailleurs isolées de cette plaque par un dispositif d'isolation 356 qui comprend une douille isolante 357 et deux rondelles de calage isolantes 359, par exemple en céramique. L'électrode de commande 312 est montée d'une façon analogue sur la plaque terminale 312, grâce à une barrette-
35 support 330. L'électrode accélératrice 314 est fixée à la plaque terminale 300 par l'intermédiaire d'une barrette-support 332 et d'un dispositif isolant 356a. Sur cette même plaque terminale 300 est également fixée l'électrode de captage d'ions 316 par l'entremise d'une barrette-support 334 et

- 7 -

d'un dispositif isolant 356b. Les extrémités extérieures des barrettes-supports 332 et 334, qui servent également de conducteurs assurant la connexion électrique, sont enfermées dans un dispositif de blindage 306 qui se fixe sur la face extérieure de la plaque terminale 300. Pour protéger
5 les extrémités extérieures des barrettes-supports 324 et 330 il est également prévu un blindage 308.

Dans les exemples de réalisation que montrent les Figures 5 à 11 on pourrait réaliser et dimensionner les différentes électrodes de la même façon que ce qui a été exposé plus haut en se référant à l'exemple de réalisation de la Figure 3.
10

Les exemples de réalisation décrits dans ce qui précède se prêtent à diverses variantes et combinaisons de caractéristiques. On peut ainsi, par exemple, disposer les électrodes entre deux plaques terminales, comme on l'a décrit en se référant à la Figure 9; on peut aussi monter les barrettes-supports sur les plaques terminales ou sur des blocs fixés à ces
15 plaques, de la façon décrite en se rapportant à la Figure 3, les barrettes-supports étant disposées dans ce cas le long des électrodes et perpendiculairement à l'axe A, comme le montre la Figure 5. De même, l'électrode de commande, l'électrode accélératrice et l'électrode de captage d'ions pourraient être fixées par brasage ou soudage aux barrettes-supports corres-
20 pondantes.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Manomètre à ionisation à cathode chaude, caractérisé en ce qu'il comprend les électrodes suivantes, espacées entre elles et dans l'ordre indiqué suivant un axe A :

- 5 a) une cathode (10) constituée par un filament de tungstène d'une épaisseur minimale de 0,5 mm, lequel comporte une partie intermédiaire active (10a),
- 10 b) une électrode de commande en forme d'écran plat (12), disposée à proximité de et parallèlement à la partie active (10a) de la cathode (10) et pourvue d'une ouverture de forme allongée alignée avec la partie active de la cathode,
- 15 c) une électrode accélératrice plate (14), disposée parallèlement à l'électrode de commande (12) à une certaine distance de celle-ci, et munie d'une rangée d'ouvertures parallèles (22) en forme de fentes orientées perpendiculairement au sens longitudinal de la partie active (10a) de la cathode, et
- d) une électrode plate de captage d'ions (16), parallèle à l'électrode de commande (14) et en forme de plaque.

2. Manomètre à ionisation selon la Revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes (10, 12, 14, 15) sont agencées dans un boîtier (18) formant écran à plasma, lequel présente une ouverture (20) pour l'admission des gaz.

3. Manomètre à ionisation selon la Revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes sont disposées dans une structure blindée, ouverte latéralement et composée d'un ensemble d'électrodes blindées, parallèles et de forme annulaire, disposées à des écartements déterminés le long de l'axe (A) de la structure, cet ensemble étant fermé aux deux extrémités par une plaque d'obturation.

4. Manomètre à ionisation selon la Revendication 1, caractérisé en ce que la cathode (10) forme de chaque côté de sa partie active (10a) une boucle de filament qui sert à isoler thermiquement la partie active par rapport aux extrémités du filament cathodique.

5. Manomètre à ionisation selon l'une quelconque des Revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes est maintenue par une barrette-support (24, 30, 32, 34), chacune de ces barrettes-supports présentant à une extrémité un goujon fileté (26) de diamètre réduit, lequel forme avec la partie principale de la barrette-support considérée un épaulement contre lequel l'électrode correspondante est appliquée énergiquement à l'aide d'un écrou (28) qui se visse sur ledit goujon fileté.

6. Manomètre à ionisation selon l'une quelconque des Revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les électrodes sont maintenues par des barrettes-supports et un dispositif de serrage (38, 40).

5 7. Manomètre à ionisation selon la Revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif de serrage associé à chaque barrette-support se compose de préférence d'une pièce de blocage (40) pourvue d'un trou taraudé et qui présente des cavités en forme de cuvette destinées à recevoir la barrette-support correspondante (Figure 4).

10 8. Manomètre à ionisation selon la Revendication 7, caractérisé en ce que les barrettes-supports sont isolées par des corps isolants (42) en forme de coquille.

15 9. Manomètre à ionisation selon la Revendication 5, caractérisé en ce que les barrettes-supports (124, 130, 132, 134) sont orientées perpendiculairement par rapport au sens de l'axe (A) du système d'électrodes et fixées dans des trous (156) d'une plaque de base (146) (Figures 5 et 6).

20 10. Manomètre à ionisation selon la Revendication 9, caractérisé en ce que les barrettes-supports pour la cathode et l'électrode de commande sont disposées à proximité l'une de l'autre sur une rangée perpendiculaire à l'axe (A), et que les barrettes-supports de l'électrode accélératrice et de l'électrode de captage d'ions sont disposées également à proximité l'une de l'autre sur une deuxième rangée perpendiculaire à l'axe (A) et parallèle à la première rangée (Figure 7).

25 11. Manomètre à ionisation selon l'une ou l'autre des Revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que l'électrode de commande (112), l'électrode accélératrice (114) et l'électrode de captage d'ions (116) comportent chacune au moins une patte perpendiculaire au plan de l'électrode, laquelle est fixée à l'aide d'une barrette-support correspondante (130, 132, 134) (Figure 5).

30 12. Manomètre à ionisation selon l'une quelconque des Revendications 1 à 5 et 9, caractérisé en ce que les électrodes sont fixées par des barrettes-supports qui comportent une partie (154) pourvue d'un filetage et que l'on fixe à l'aide d'au moins un écrou (150, 152) soit à la plaque de base (146), soit à une plaque d'extrémité (300, 302).

35 13. Manomètre à ionisation selon l'une quelconque des Revendications 9 à 12, caractérisé en ce que les barrettes-supports sont isolées par rapport à la plaque de base (146) ou aux plaques d'extrémité (300, 302) à l'aide d'une douille isolante (156).

14. Manomètre à ionisation selon l'une quelconque des Revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'électrode accélératrice comporte une mince

plaque en molybdène maintenue dans un cadre (15) en forme d'U.

5 15. Manomètre à ionisation selon la Revendication 14, caractérisé en ce que la mince plaque en molybdène a une épaisseur d'environ 50 μ et approximativement 40 fentes ayant une largeur d'environ 0,4 mm, séparées par des lamelles ayant une largeur d'environ 0,1 mm.

16. Manomètre à ionisation selon l'une quelconque des Revendications 1 à 15, caractérisé en ce que chacune des extrémités du filament cathodique (10) est brasée dans un trou axial d'une barrette-support (24) à l'aide d'une brasure à point de fusion élevé (Figure 8).

10 17. Manomètre à ionisation selon la Revendication 16, caractérisé en ce que, sur chacune des extrémités des barrettes-supports (24) soudées par brasage au filament cathodique (10), on soude par brasage une colle-rette (24a) pourvue d'un biseau d'entrée de clé de serrage.

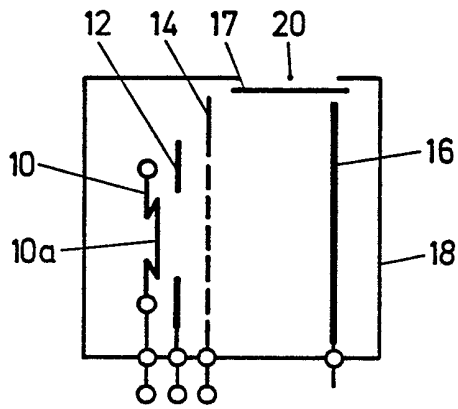


Fig. 1

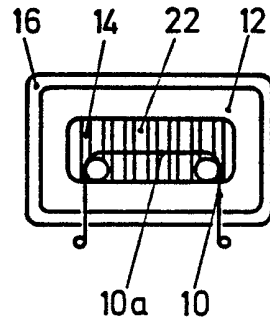


Fig. 2

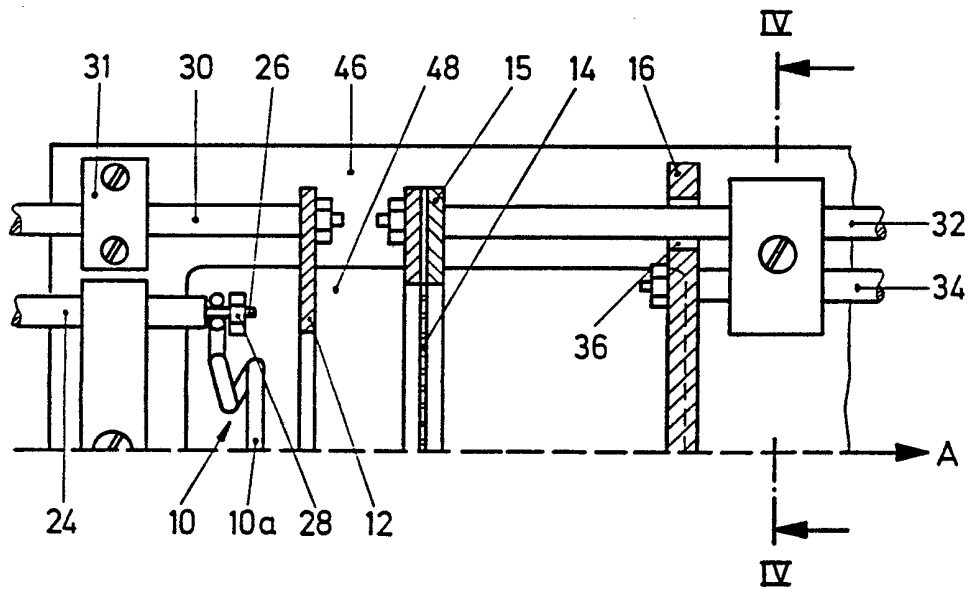


Fig. 3

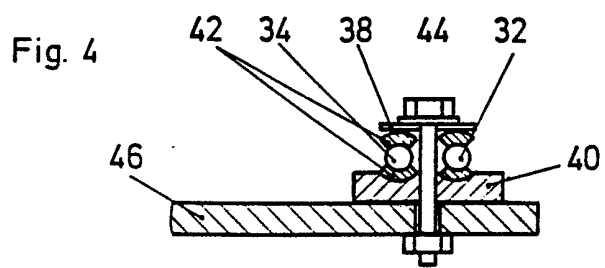


Fig. 4

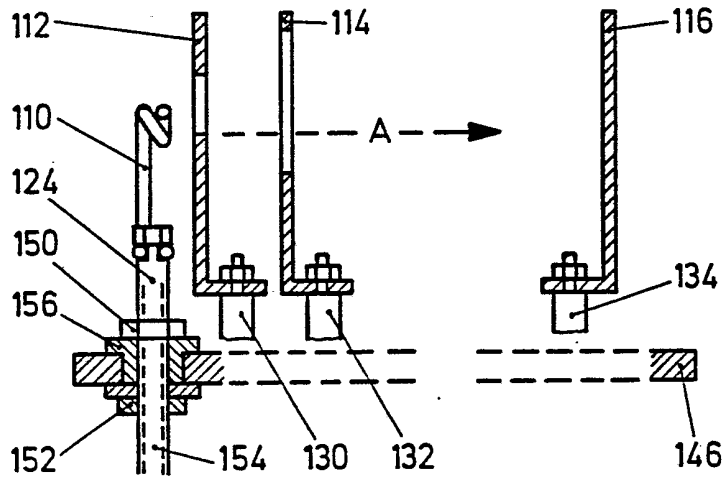


Fig. 5

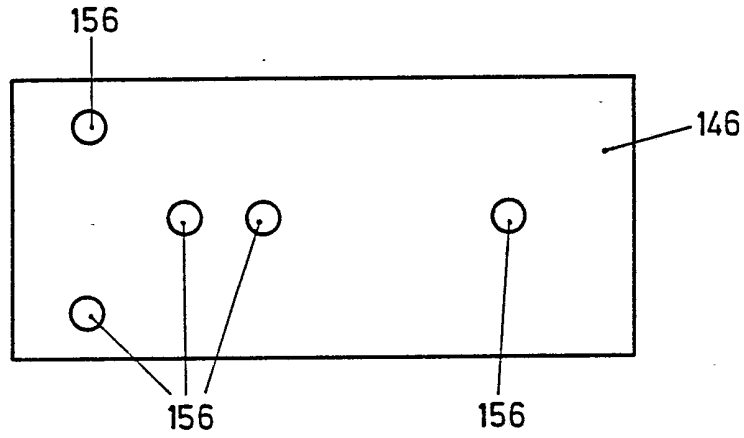


Fig. 6

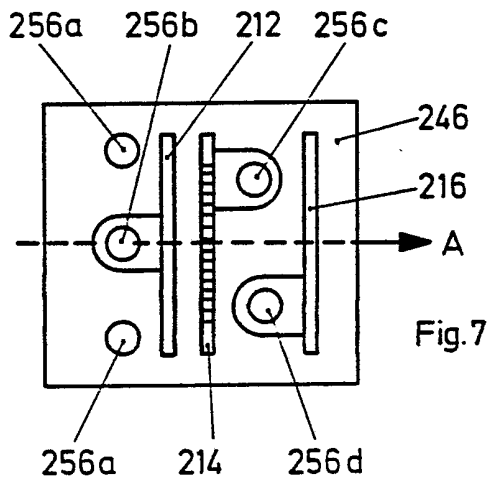


Fig. 7

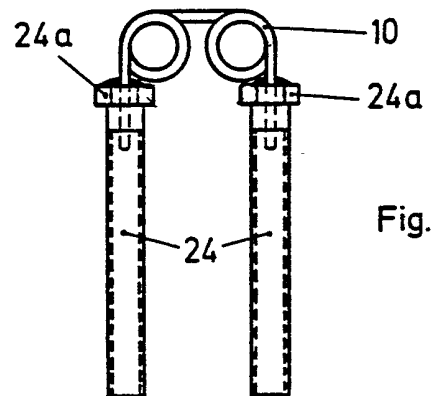


Fig. 8

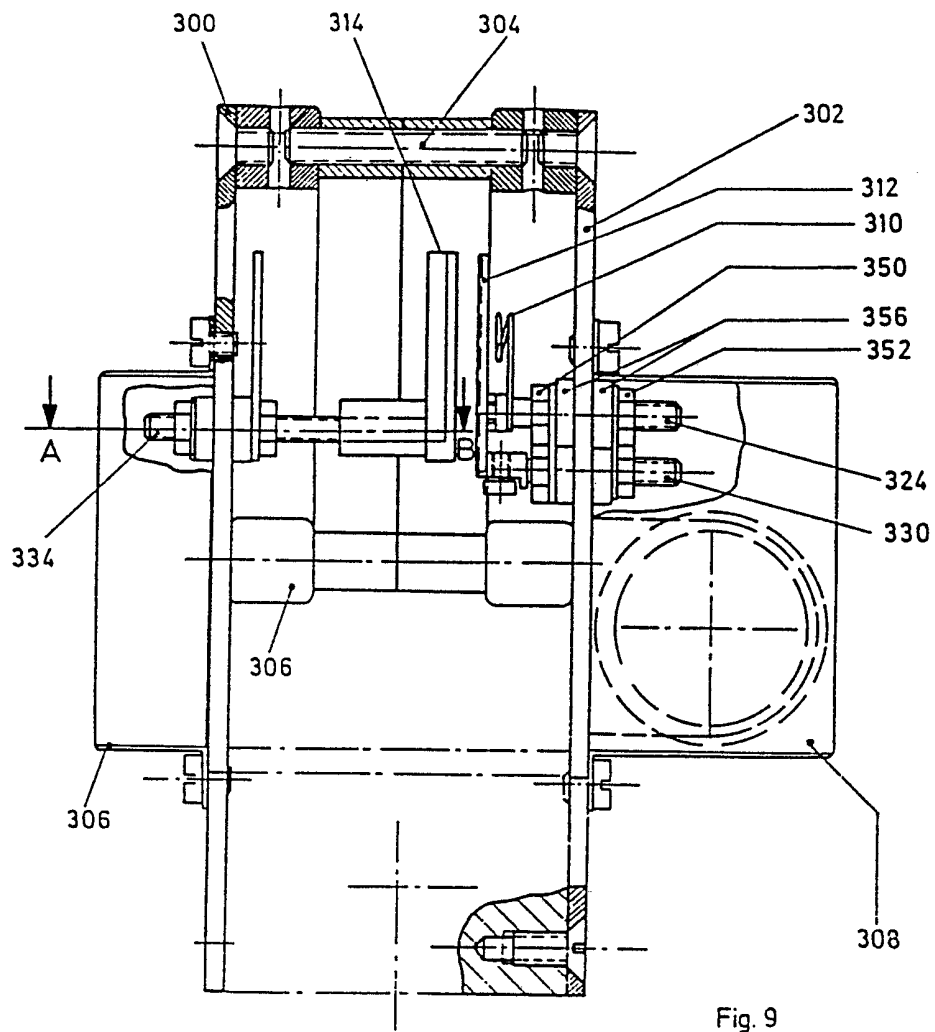


Fig. 9

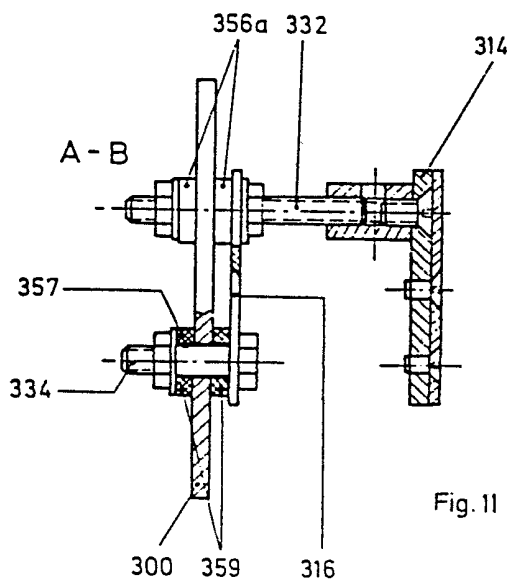


Fig. 11

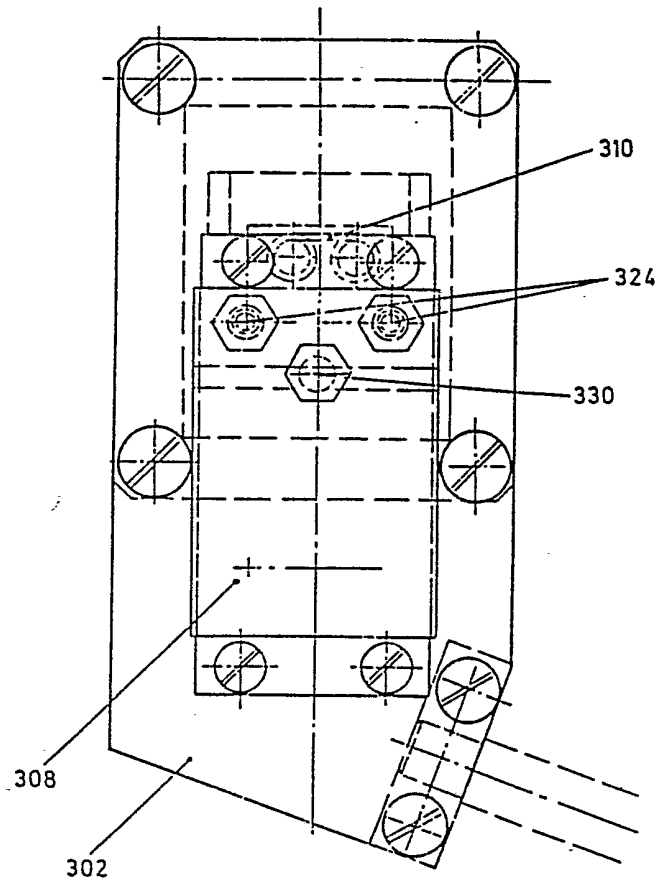


Fig. 10