



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91402250.4**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01J 35/14**

(22) Date de dépôt : **14.08.91**

(30) Priorité : **14.08.90 FR 9010350**

(43) Date de publication de la demande :
19.02.92 Bulletin 92/08

(84) Etats contractants désignés :
DE NL

(71) Demandeur : **GENERAL ELECTRIC CGR S.A.**
100, rue Camille-Desmoulins
F-92130 Issy les Moulineaux (FR)

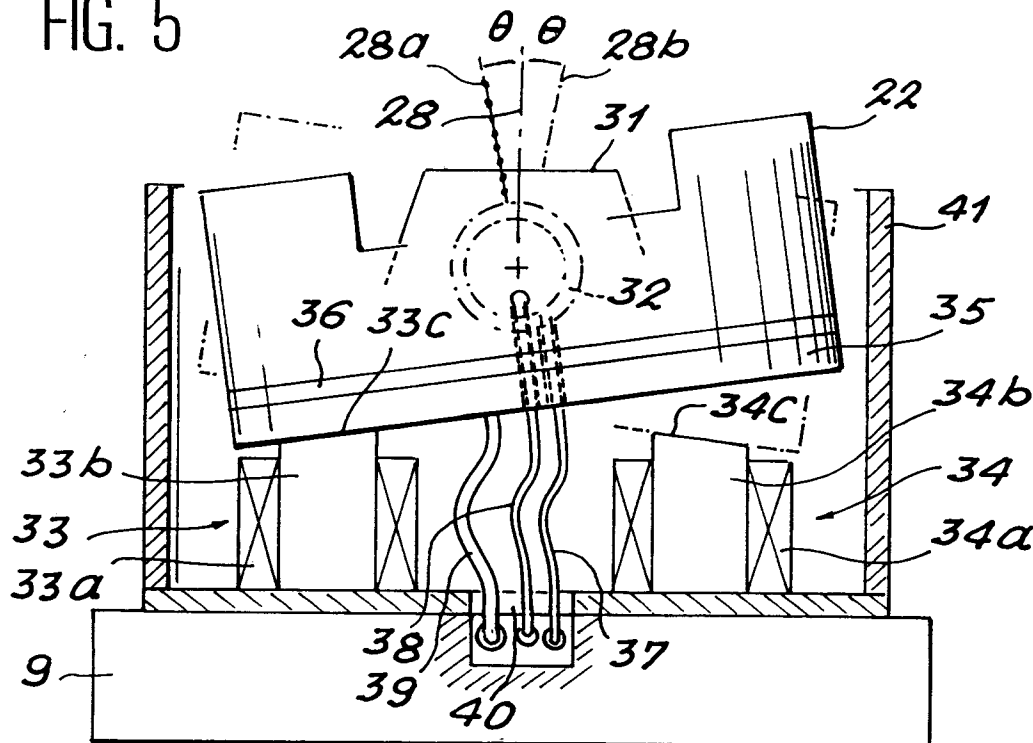
(72) Inventeur : **Evain, Bernard**
Cabinet Ballot-Schmit, 7 rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)
Inventeur : **Dumitrescu, Horia**
Cabinet Ballot-Schmit, 7 rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)
Inventeur : **Teulat, Isabelle**
Cabinet Ballot-Schmit, 7 rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)

(74) Mandataire : **Ballot, Paul Denis Jacques et al**
Cabinet Ballot-Schmit 7, rue le Sueur
F-75116 Paris (FR)

(54) **Cathode mobile oscillante pour tube à rayons X.**

(57) L'invention concerne les tubes à rayons X qui émettent alternativement deux faisceaux de rayons X ayant des angles d'incidence différents sur l'objet à examiner. L'invention réside dans le fait que le déplacement angulaire θ du faisceau d'électrons (28-a, 28-b) émis par la cathode est obtenu par un déplacement angulaire identique de la pièce de concentration 22 de la cathode en montant ladite pièce sur un axe de pivotement 32 et en provoquant son basculement par des électro-aimants 33 et 34.

FIG. 5



L'invention concerne les tubes à rayons X et, plus particulièrement dans de tels tubes, la cathode qui comporte le filament émissif d'électrons.

Les tubes à rayons X, pour diagnostic médical par exemple, sont généralement constitués (figure 1) comme une diode, c'est-à-dire avec une cathode 11 et une anode 12 ou anti-cathode, ces deux électrodes étant enfermées dans une enveloppe 14 étanche au vide et qui permet de réaliser l'isolement électrique entre ces deux électrodes. La cathode 11 produit un faisceau d'électrons 13 et l'anode 12 reçoit ces électrons sur une petite surface qui constitue un foyer d'où sont émis les rayons X.

Quand la haute tension d'alimentation est appliquée par un générateur 15 aux bornes de la cathode 11 et de l'anode 12 de façon que la cathode soit au potentiel négatif -HT, un courant dit courant anodique s'établit dans le circuit au travers du générateur 15 produisant la haute tension d'alimentation; le courant anodique traverse l'espace entre la cathode et l'anode sous la forme du faisceau d'électrons 13 qui bombardent le foyer.

Une faible proportion de l'énergie dépensée à produire le faisceau d'électrons 13 est transformée en rayons X, le reste de cette énergie est transformée en chaleur. Aussi compte tenu également des puissances instantanées importantes mises en jeu (de l'ordre de 100 KW) et des petites dimensions du foyer (de l'ordre du millimètre) les constructeurs ont depuis longtemps réalisé des tubes à rayons X à anodes tournantes où l'anode est mise en rotation pour répartir le flux thermique sur une couronne appelée couronne focale, d'aire beaucoup plus grande que le foyer, l'intérêt étant d'autant plus grand que la vitesse de rotation est élevée (en général entre 3.000 et 12.000 tours par minute).

L'anode tournante de type classique a la forme générale d'un disque ayant un axe de symétrie 16 autour duquel elle est mise en rotation à l'aide d'un moteur électrique 17; le moteur électrique a un stator 18 situé à l'extérieur de l'enveloppe 14 et un rotor 19 monté dans l'enveloppe 14 du tube à rayons X et disposé selon l'axe de symétrie 16, le rotor étant mécaniquement solidarisé à l'anode par l'intermédiaire d'un arbre support 20.

La cathode 11, portée par un bras 9, comprend de manière classique, comme le montre la figure 2, un filament longitudinal 21 supporté par une pièce métallique 22, le filament étant placé au fond d'une rainure 23 en forme de marches d'escalier 24. Cette pièce métallique 22, dite de concentration, est portée à un potentiel négatif par rapport au filament 21 et à l'anode 12 de sorte que les électrons émis par le filament se focalisent sur l'anode 12 en un foyer 25 sous la forme du faisceau 13. Dans certaines applications, il est prévu d'obtenir deux foyers à des positions différentes sur l'anode 12 de manière que le tube émette deux faisceaux de rayons X ayant des incidences dif-

férentes sur l'objet à examiner. Pour qu'il en soit ainsi, il est connu d'utiliser deux électrodes 26 et 27, isolées de la cathode et de l'anode, qui sont polarisées pour déplacer angulairement le faisceau d'électrons 13. Un tel dispositif de déflexion du faisceau d'électrons 13 à l'aide d'électrodes 26 et 27 est difficile à mettre en place dans l'espace cathode-anode et à isoler électriquement de la cathode et de l'anode.

Le but de la présente invention est donc de réaliser une cathode de tube à rayons X qui peut émettre deux faisceaux d'électrons ayant des angles d'incidence différents sur l'anode dudit tube à rayons X sans utiliser des électrodes de déflexion.

Selon l'invention, ce but est atteint en déplaçant angulairement la cathode, c'est-à-dire la pièce de concentration et le filament. On peut aussi ne déplacer que la pièce de concentration, le filament restant fixe. L'invention concerne une cathode pour tube à rayons X comportant un élément émissif d'électrons tel qu'un filament associé à une pièce de concentration, caractérisée en ce que ladite pièce de concentration est montée sur un axe de pivotement et que des moyens associés à ladite pièce de concentration permettent de faire pivoter ladite pièce de concentration autour dudit axe de pivotement et de la maintenir dans au moins deux positions angulaires différentes de manière que le faisceau d'électrons émis par ladite cathode ait au moins deux angles d'incidence différents sur l'anode dudit tube à rayons X.

L'axe de pivotement est parallèle à l'élément émissif et est situé dans un plan contenant ledit élément émissif et l'axe d'émission dudit faisceau d'électrons lorsque ce dernier n'est pas dévié.

Les moyens de pivotement de la pièce de concentration sont constitués par au moins un électro-aimant dont le noyau coopère avec le fond de la pièce de concentration. Le filament peut être porté par la pièce de concentration et pivote donc en même temps que ladite pièce mais il peut être fixe dans l'espace de sorte que la pièce de concentration pivote autour dudit filament. D'autres buts, avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'exemples particuliers de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma simplifié de principe d'un tube à rayons X du type à anode tournante,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe de la cathode d'un tube à rayons X,
- la figure 3 est une vue en perspective cavalière d'un ensemble cathode-anode selon l'invention,
- la figure 4 est une vue en perspective cavalière d'une cathode pour tube à rayons X selon l'invention,
- la figure 5 est une vue de côté, partiellement en coupe, d'une cathode de tube à rayons X selon la présente invention,
- la figure 6 est une vue de dessus de la cathode

représentée sur la figure 5,

– la figure 7 sont des diagrammes en fonction du temps des signaux de commande des électro-aimants pour déplacement angulaire de la cathode,

– la figure 8 est une vue schématique d'un autre exemple de réalisation d'une cathode selon l'invention.

– la figure 9 est une vue de côté, partiellement en coupe, d'un autre exemple de réalisation de la cathode selon l'invention, et

– la figure 10 est une vue de dessus de la cathode représentée sur la figure 9.

Sur les différentes figures, les éléments identiques portent les mêmes références. Par ailleurs, les figures 1 et 2, correspondant à l'art antérieur exposé dans le préambule, ne seront pas décrites à nouveau mais font partie intégrante de la description de l'invention.

Selon l'invention, pour obtenir deux faisceaux d'électrons 13 ayant des angles d'incidence différents sur l'anode 12 et donc deux faisceaux de rayons X ayant des angles d'incidence différents sur l'objet à examiner, la cathode 11 est montée pivotante à l'extrémité du bras de support 9 (figures 1 et 3).

Plus précisément, la pièce de concentration 22 est montée sur un axe 32 (figures 3 et 4) qui est parallèle à l'axe longitudinal du filament 21 et qui est contenu dans un plan contenant l'axe d'émission 28 du faisceau d'électrons 13 en l'absence de déviation de ce dernier, c'est-à-dire dans la position du faisceau représentée sur la figure 2.

Les extrémités de cet axe 32 reposent dans des coussinets portés par deux pattes 30 et 31 qui sont solidaires du bras de support 9. La patte 30 est disposée à l'extrémité du bras 9 tandis que la patte 31 est en retrait par rapport à cette extrémité d'une longueur au moins égale à celle du diamètre de la pièce de concentration 22.

Pour déplacer angulairement la pièce de concentration 22 autour de son axe 32, le bras de support 9 est, par exemple, équipé, sous ladite pièce de concentration, de deux électro-aimants 33 et 34 (figures 5 et 6) disposés symétriquement de part et d'autre du plan contenant le filament 21 et l'axe 28 du faisceau d'électrons 13 en l'absence de déviation de ce dernier.

Chaque électro-aimant 33 et 34 comporte respectivement une bobine 33-a ou 34-a entourant un noyau magnétique 33-b ou 34-b. L'extrémité de chaque noyau 33-b ou 34-b du côté de la pièce de concentration 22 présente une face 33-c ou 34-c qui est inclinée par rapport au plan perpendiculaire à celui contenant le filament 21 et l'axe 28 du faisceau d'électrons 13 en l'absence de déviation d'un angle Θ égal au déplacement angulaire du faisceau d'électrons et donc du faisceau de rayons X.

Les noyaux 33-b et 34-b coopèrent avec une plaque ferromagnétique 35, par exemple en ferrite, qui

est solidaire de la pièce de concentration 22. La pièce ferromagnétique 35 est isolée thermiquement et électriquement de la pièce métallique de concentration 22 par une couche 36 en alumine ou en céramique.

Les bobines 33-a et 34-a sont alimentées par des conducteurs (non représentés) qui sont disposés à l'intérieur du bras 9.

Sur les figures 5 et 6, les seuls conducteurs qui ont été représentés sont ceux référencés 37 et 38 pour alimenter le filament 21 et 39 pour la polarisation de la pièce de concentration 22. Les conducteurs 37 et 38 d'alimentation du filament 21 sont isolés par rapport à la pièce de concentration 22 tandis que le conducteur 39 est connecté directement à la pièce de concentration. Dans ce type de montage électrique, la pièce de concentration doit être isolée de son support constitué par les pattes 30 et 31 par des bagues (non représentées) montées entre les coussinets de support de l'axe 32 et le corps des pattes. Ces bagues sont réalisées en matériau isolant tel que de la céramique.

Les conducteurs 37, 38 et 39 sortent du bras 9 par un ou plusieurs orifices 40 pour pénétrer par d'autres orifices dans la pièce de concentration 22 et sont prévus avec une certaine souplesse de manière à supporter les contraintes dues aux basculements répétés de la pièce de concentration 22 comme on l'expliquera ci-après.

Selon l'invention, afin que les champs magnétiques créés par les électro-aimants 33 et 34 ne perturbent pas les trajectoires des électrons du faisceau 13, la pièce de concentration 22 ainsi que les électro-aimants 33 et 34 sont à l'intérieur d'une cage de Faraday qui est constituée par un cylindre métallique 41 solidaire d'un socle métallique 42, ce dernier servant également de support aux pattes 30 et 31. Le socle 42 est, par exemple, fixé sur le bras 9 par des vis telle que celle référencée 43.

Le pivotement ou basculement de la pièce de concentration 22 est obtenu en appliquant des impulsions de tension (+V, -V) rectangulaires aux bobines 33-a (diagramme B-figure 7) et 34-a (diagramme C-figure 7), les diagrammes B et C étant symétriques de manière que l'un des pôles attire pendant que l'autre repousse la pièce de concentration, ce qui limite le courant dans les bobines 33-a et 34-a.

Afin d'éviter que le faisceau d'électrons 13 ne balaie l'anode et donne naissance à un balayage correspondant du faisceau de rayons X sur l'objet à examiner, l'émission du faisceau d'électrons est arrêtée pendant le temps de basculement indiqué par les flèches 44 et 55 (diagramme A) Ceci est obtenu de manière classique, comme on l'a indiqué dans le préambule, en portant la pièce de concentration 22 à un potentiel très négatif V_p par rapport au filament 21, par exemple $V_p = -2000$ volts, ladite pièce jouant alors le rôle d'une grille. Les signaux de polarisation du diagramme D (figure 7) doivent être synchronisés avec

les signaux appliqués aux bobines 33-a et 34-b (diagrammes B et C de la figure 7). A titre indicatif, pour une pièce de concentration 22 ayant un centimètre de rayon et une masse de 50 grammes, le temps de basculement est de dix millisecondes environ, ce qui permet de réaliser des images radiologiques à la cadence de 25 images par seconde. Le déplacement linéaire maximal de la pièce de concentration est de l'ordre de 9 millimètres si l'on souhaite un déplacement du foyer sur l'anode de 36 millimètres entre les deux positions pour une distance cathode-anode de 20 millimètres. Le champ magnétique de l'électro-aimant sera alors de 0,1 Tesla.

La figure 8 est un schéma de principe d'un autre dispositif pour obtenir le basculement de la pièce de concentration 22. Dans ce deuxième dispositif, la pièce de concentration 22 constitue avec une lame souple 46 un système élastique à deux positions stables, référencées (1) et (2), chaque position stable correspondant à une position requise (28-a ou 28-b) du faisceau d'électrons. La lame souple 46 a une première extrémité qui est ancrée dans une encoche 46-a solidaire de la pièce de concentration 22 et une deuxième extrémité qui est ancrée dans une encoche 46-b solidaire du bras 9.

Le passage d'une position stable à l'autre est obtenu par un bras 47 solidaire d'un noyau magnétique mobile 48 coopérant avec une bobine 49. L'extrémité du bras 47, opposée à celle du noyau 48, comporte par exemple une encoche 47-a dans laquelle vient se loger la lame 46 dans sa partie centrale. Pour une impulsion d'une certaine polarité appliquée à la bobine 49, le bras 47 se déplace, par exemple, vers la gauche (flèche 50) de sorte que la pièce de concentration 22 se met en position (2). Par contre, lorsqu'une impulsion de polarité opposée à la première est appliquée à la bobine 49, le bras 47 se déplace vers la droite (flèche 51) de sorte que la pièce de concentration 22 revient en position (1).

Avec ce deuxième dispositif, il n'est pas nécessaire de maintenir un courant dans la bobine lorsque la pièce de concentration 22 est dans une des deux positions stables. En outre, comme l'électro-aimant peut être disposé à une distance relativement éloignée de la pièce de concentration 22 et donc du faisceau d'électrons, le champ magnétique créé par la bobine 49 ne perturbera pas les trajectoires des électrons et il n'est pas nécessaire d'utiliser une cage de Faraday 41 (figure 5). Un troisième exemple de réalisation du dispositif de pivotement sera maintenant décrit en relation avec les figures 9 et 10 qui sont analogues aux figures 5 et 6 utilisées pour décrire le premier dispositif de pivotement. Dans ce troisième exemple, le pivotement angulaire est obtenu par un ergot 52 solidaire de la pièce de concentration 22, l'extrémité de cet ergot coopérant avec un noyau 53 qui se déplace à l'intérieur de deux bobines 54 et 55. Ce noyau 53 comporte, par exemple, un orifice 56,

dans lequel vient s'enclencher l'extrémité 57 de l'ergot 52. Ainsi, pour un sens convenable des courants dans les bobines 54 et 55, le noyau se déplace vers la gauche (flèche 58) de sorte que la pièce de concentration prend la position (2). Pour un sens des courants contraire au précédent, le noyau 53 se déplace vers la droite (flèche 59), la pièce de concentration revient à la position (1).

Sur les figures 9 et 10, les conducteurs d'alimentation 60 et 61 du filament 21 pénètrent dans la pièce 21 par le côté latéral de ladite pièce.

Les exemples de réalisation qui ont été décrits comportent un filament 21 qui est solidaire de la pièce de concentration 22. Cependant, l'invention peut être mise en oeuvre à l'aide d'un filament 21 qui serait fixe dans l'espace et d'une pièce de concentration 22 qui pivoterait autour du filament 21. Dans ce cas, le filament 21 serait, par exemple, maintenu sur le bras 9 par les conducteurs 37 et 38 qui seraient réalisés de manière rigide et supporteraient le filament à ses extrémités à l'extérieur de la pièce de concentration. Cette dernière pourrait être réalisée de manière semblable aux exemples décrits précédemment mais en prévoyant des passages diamétraux pour les extrémités du filament 21 et leur raccordement aux conducteurs de support 37 et 38.

Revendications

1. Cathode pour tube à rayons X comportant un élément émissif d'électrons tel qu'un filament (21) associé à une pièce de concentration (22), caractérisée en ce que ladite pièce de concentration (22) est montée sur un axe pivotant (32), et que des moyens (33,34,47,48,49,52,53,54,55) associés à ladite pièce de concentration (22) permettent de faire pivoter ladite pièce de concentration autour dudit axe (32) et de la maintenir dans deux positions angulaires différentes de manière que le faisceau d'électrons (13) émis par ladite cathode ait deux angles d'incidence différents sur l'anode dudit tube à rayons X.
2. Cathode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'axe pivotant (32) est parallèle à l'élément émissif (21) et est situé dans un plan contenant ledit élément (21) et l'axe (28) d'émission dudit faisceau d'électrons en l'absence de déviation.
3. Cathode selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les moyens de pivotement (33,34,47,48,49,53,54, 55) de la pièce de concentration (22) comprennent au moins un électro-aimant dont le noyau coopère avec la pièce de concentration.
4. Cathode selon la revendication 1,2 ou 3, caracté-

risée en ce que les moyens de pivotement comprennent deux électro-aimants (33,34,53,54,55) qui sont disposés à proximité du fond de la pièce de concentration (22) et qui sont parcourus par des courants tels que ladite pièce prend une certaine position angulaire (28-a) pour un certain sens desdits courants et prend une autre position angulaire (28-b) pour le sens opposé desdits courants.

5

10

5. Cathode selon la revendication 4, caractérisée en ce que les noyaux des électro-aimants coopèrent directement avec le fond (35) de ladite pièce de concentration (22) qui est constitué d'un matériau magnétique.

15

6. Cathode selon la revendication 4, caractérisée en ce que les noyaux (53) des électro-aimants sont alignés et solidaires l'un de l'autre pour former une pièce polaire unique (53) et coopèrent avec le fond de ladite pièce de concentration (22) par un ergot (52) qui vient s'enclencher dans un orifice (56) de la pièce polaire (53) de sorte que le déplacement de ladite pièce polaire fait basculer la pièce de concentration dans une des deux positions angulaires (28-a ou 28-b).

20

25

7. Cathode selon la revendication 3, caractérisée en ce que le noyau (48) de l'électro-aimant coopère avec le fond de la pièce de concentration (22) par un système élastique (46,46-a,46-b,47,47-a) à deux états stables correspondant aux deux positions angulaires (28-a ou 28-b).

30

8. Cathode selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le filament (21) est solidaire de la pièce de concentration (22) et est alimenté par des conducteurs (37,38) qui sont souples et qui traversent ladite pièce.

35

40

9. Cathode selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le filament (21) est fixe dans l'espace et en ce que la pièce de concentration (22) pivote autour dudit filament, ce dernier étant alimenté par des conducteurs qui sont rigides et qui sont disposés à l'extérieur de ladite pièce de concentration.

45

50

55

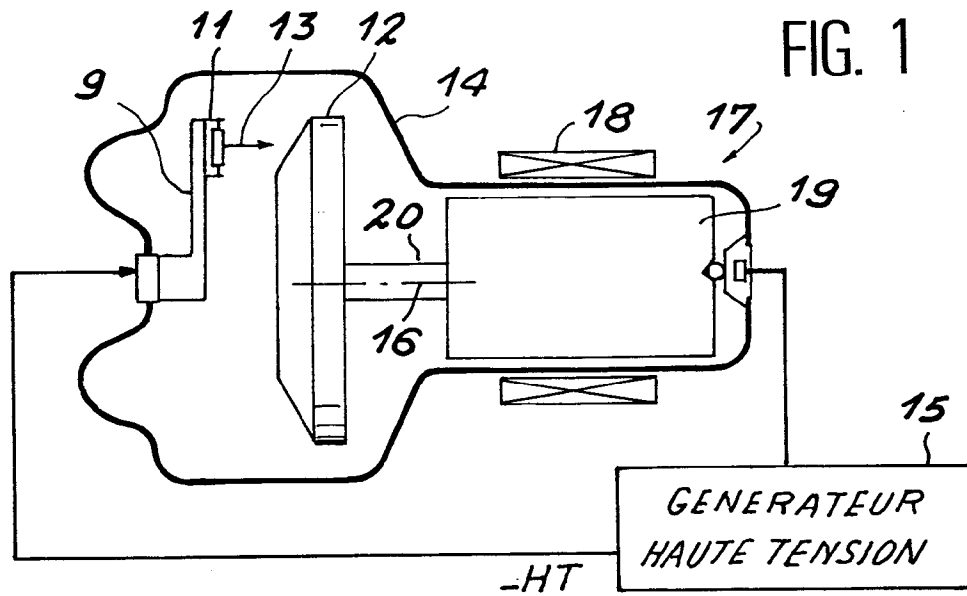


FIG. 1

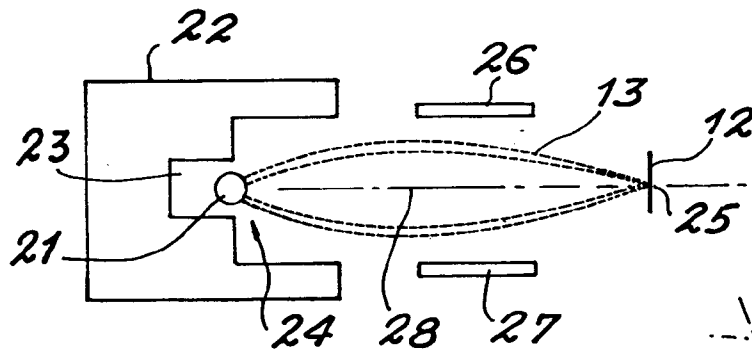


FIG. 2

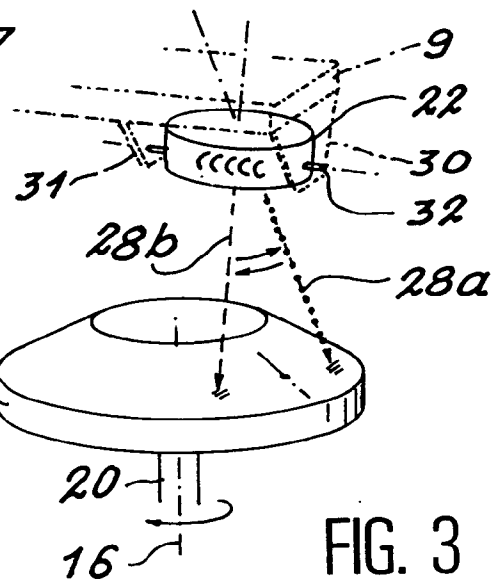


FIG. 3

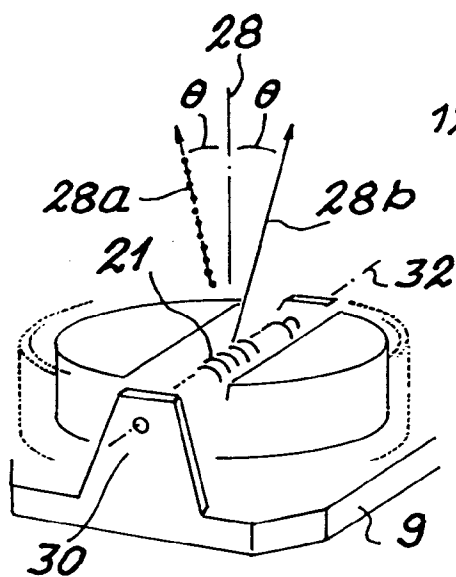


FIG. 4

FIG. 5

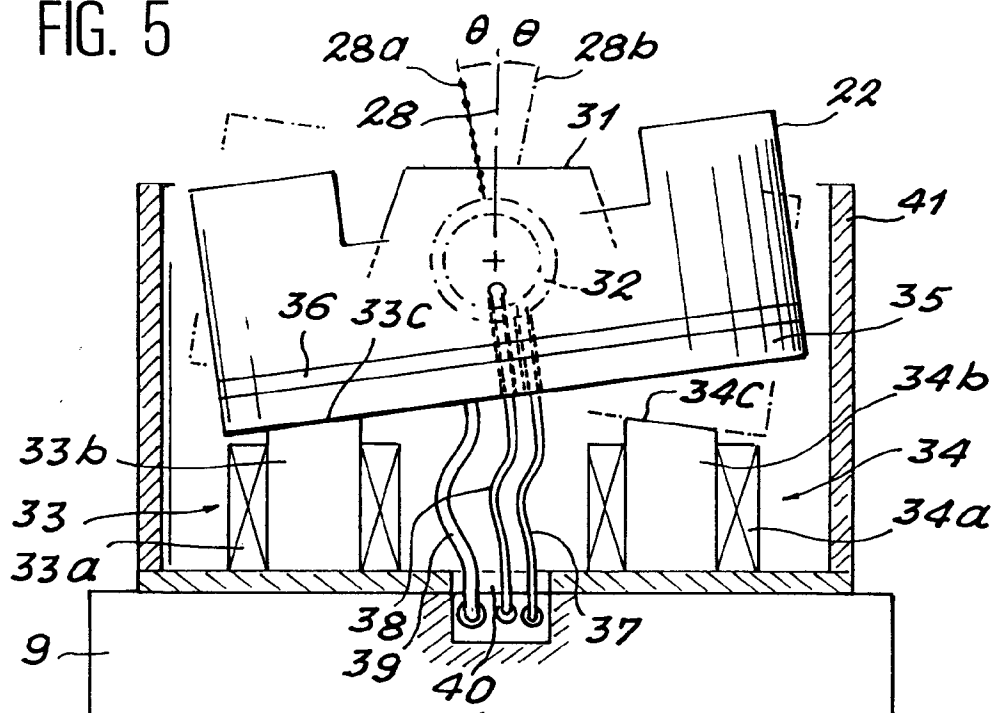


FIG. 6

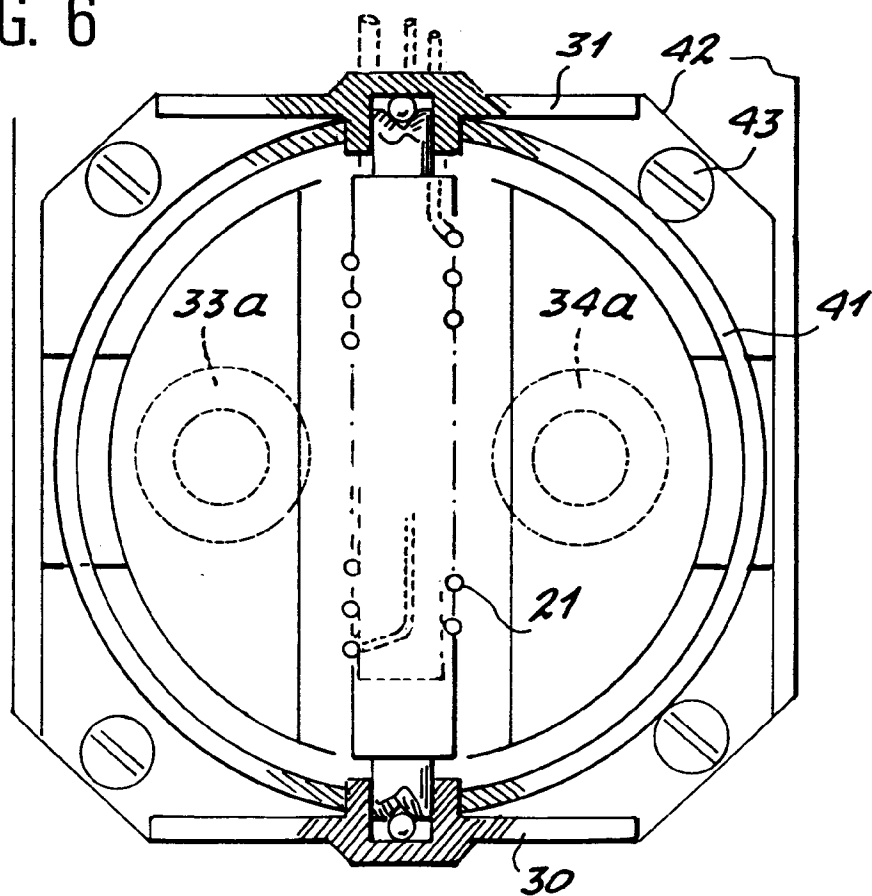


FIG. 7

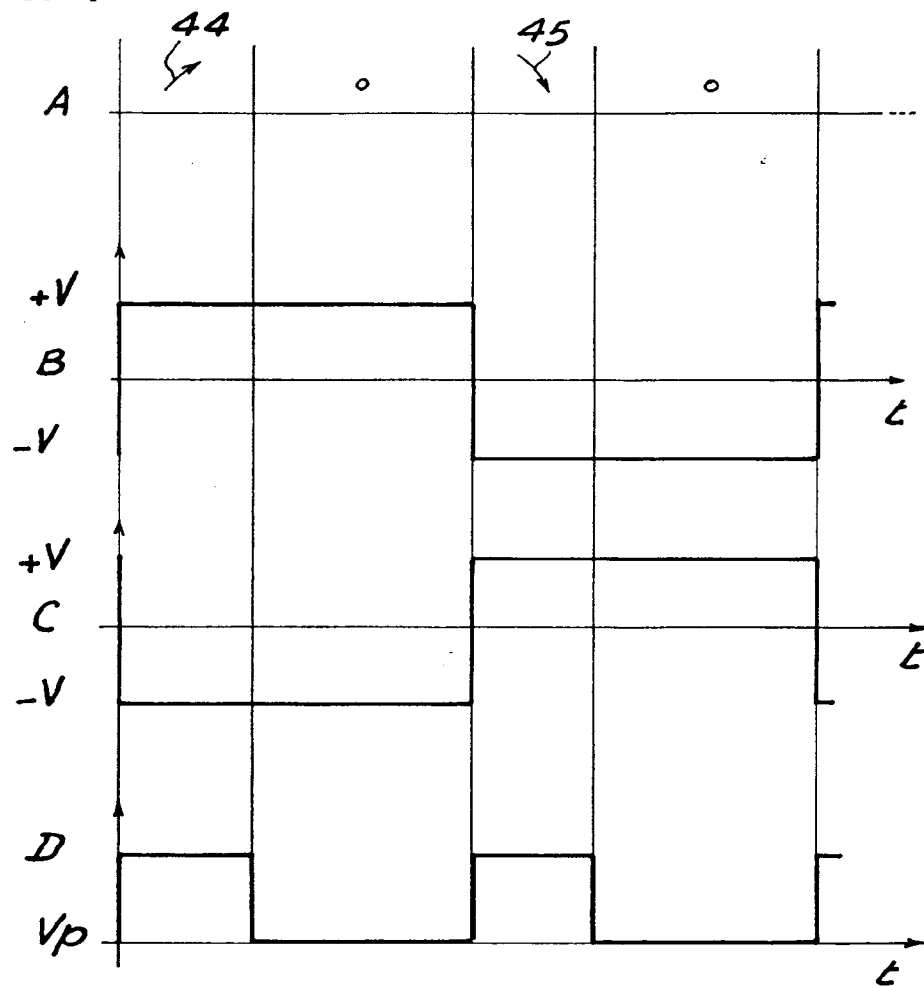


FIG. 8

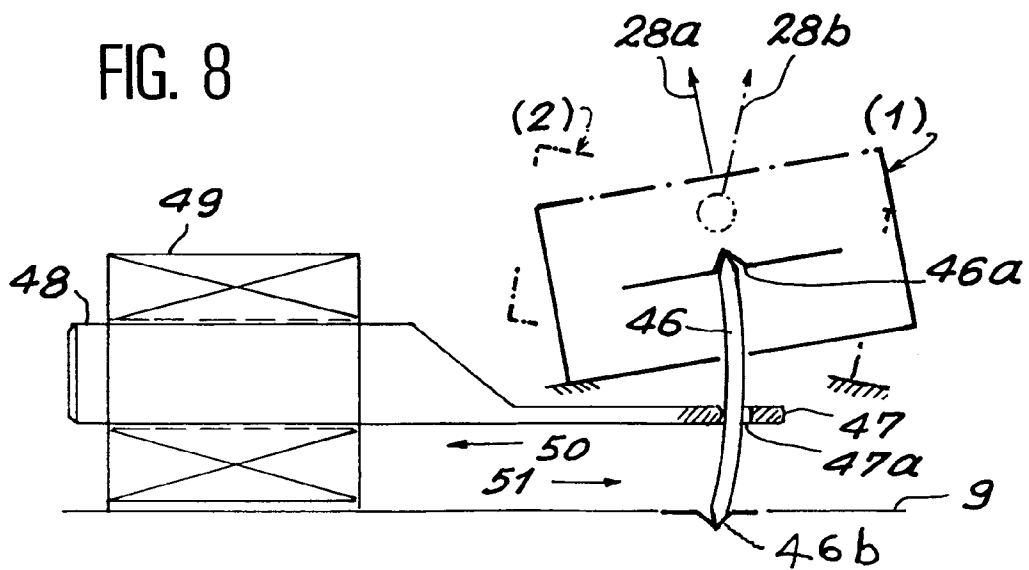


FIG. 9

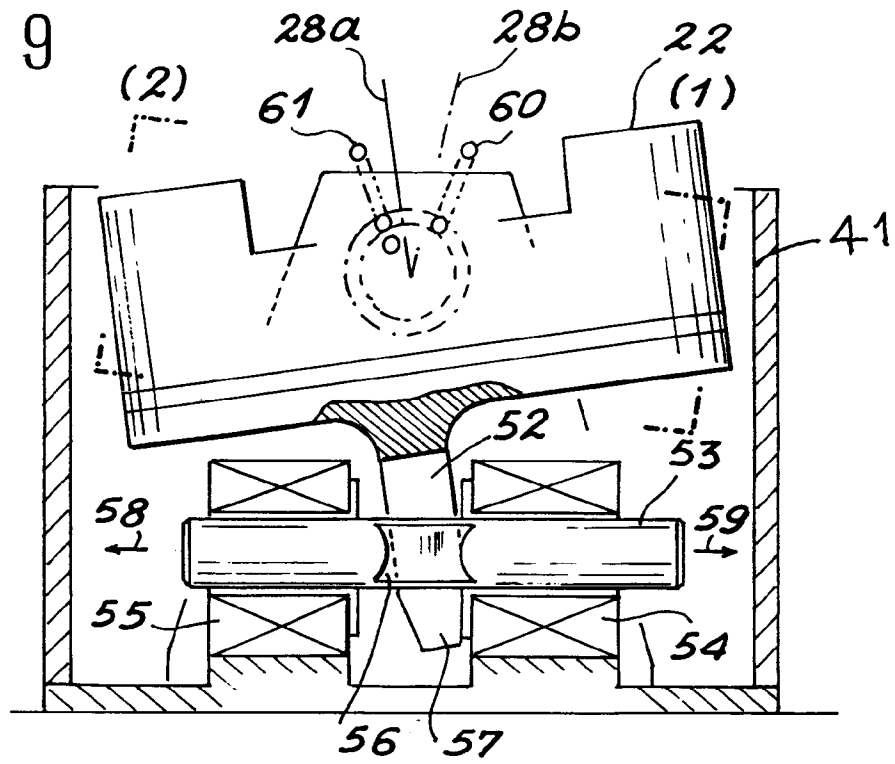
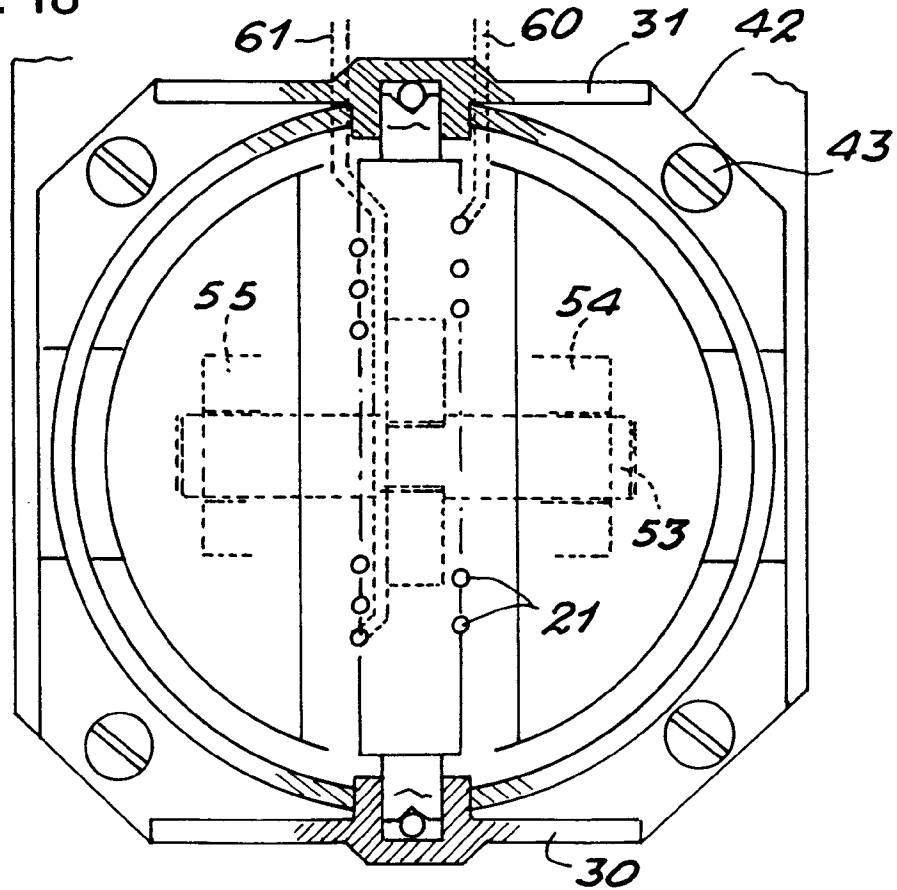


FIG. 10





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 2250

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	DE-C- 830 228 (CZECH) * En entier * ---	1	H 01 J 35/14
A	DE-A-2 932 042 (SIEMENS AG) * Figures 2,3; page 9, lines 1-8 * ---	1	
A	US-A-4 068 127 (GOODENOUGH) * Figure 1; abrégé; colonne 4, lignes 25-37; colonne 5, lignes 1-15 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H 01 J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 03-10-1991	Examineur COLVIN G.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)