

①② **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt: **83402529.8**

⑤① Int. Cl.³: **H 01 J 35/06, H 01 J 35/14**

②② Date de dépôt: **23.12.83**

③③ Priorité: **30.12.82 FR 8222072**

⑦① Demandeur: **THOMSON-CGR, 13, square Max-Hymans, F-75015 Paris (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **15.08.84**
Bulletin 84/33

⑦② Inventeur: **Plessis, André, THOMSON-CSF SCPI 173 bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**
Inventeur: **Gabbay, Emile, THOMSON-CSF SCPI 173 bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **CH DE FR GB LI**

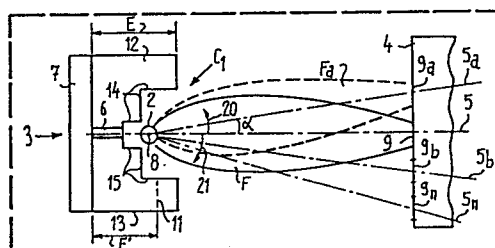
⑦④ Mandataire: **Barbin le Bourhis, Joel et al, THOMSON-CSF SCPI 173, boulevard Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

⑤④ **Tube à rayons X à balayage.**

⑤⑦ L'invention concerne un tube à rayons X à balayage, dans lequel est réalisé une déflexion d'un faisceau d'électrons (F).

Le tube à rayons X (10) selon l'invention comporte notamment un filament (2), un élément de concentration (3) adossé au filament (2) et une cible anodique (4); le filament (2) et l'élément de concentration (3) forment une cathode (C1) émettant le faisceau d'électrons (F). L'élément de concentration (3) est constitué par deux pièces métalliques (12, 13) électriquement isolées l'une de l'autre et du filament (2). Une polarisation indépendante des deux pièces métalliques (12, 13) par rapport au filament (2) permet d'obtenir une déflexion du faisceau d'électrons (F) par effet électrostatique.

L'invention est applicable notamment aux installations de radiologie numérique.



TUBE A RAYONS X A BALAYAGE

La présente invention concerne un tube à rayons X à balayage, utilisable en radiologie notamment dans le domaine du radio-diagnostic, et particulièrement bien adapté au domaine de la radiologie numérique.

5 Dans ce dernier domaine il est courant de balayer une zone à analyser, dite zone objet, par un faisceau de rayons X, ce balayage pouvant être réalisé par un mouvement soit de la source de rayons X, soit de la zone objet, soit d'une zone où est formée l'image de l'objet.

10 Ce mouvement de la source de rayons X peut être obtenu par un déplacement du tube à rayons X, grâce à des moyens mécaniques par exemple, ou par une action accomplie dans le tube lui-même ; le mouvement de la source étant, dans ce dernier cas, limité notamment par des caractéristiques dimensionnelles d'organes contenus
15 dans le tube à rayons X.

Un tube à rayons X comporte généralement une cathode, émettrice d'un faisceau d'électrons générés par un filament chauffé auquel est adossé un élément de concentration du faisceau d'élec-
20 d'électrons ; une cible anodique sur laquelle est projeté ce faisceau représente l'origine des rayons X et, constitue le foyer du tube et la source du rayonnement X. Aussi, un mouvement de la source de rayons X peut être réalisé en modifiant la position, sur la cible anodique, de la zone d'impact des électrons ; il est couramment
25 utilisé à cet effet, des moyens de déflexion du faisceau d'électrons.

Ces moyens de déflexion sont généralement constitués par des lentilles magnétiques ou électrostatiques, disposées sur le trajet du faisceau ou à proximité de ce trajet, entre la cathode et la cible anodique ; ils exigent pour leur actionnement une énergie non négligeable, l'énergie de déviation nécessaire pouvant être importante du
30 fait de l'énergie cinétique des électrons.

Il est à remarquer également qu'un tube à rayons X agencé pour comporter de tels moyens de déflexion, est d'un coût considérablement plus élevé qu'un tube à rayons X ordinaire.

5 La présente invention concerne un tube à rayons X à balayage, dans lequel une déflexion du faisceau d'électrons par effet électrostatique peut être obtenu avec une faible énergie de déviation, sans user de lentille placée entre la cathode et la cible anodique ; par son agencement, un tube à rayons X conforme à l'invention présente une faible augmentation du coût par rapport à un tube à
10 rayons X ordinaire.

Selon l'invention, un tube à rayons X à balayage comportant une cathode, émettrice d'un faisceau d'électrons, cette cathode étant munie d'un filament générateur d'électrons et d'un élément de concentration du faisceau d'électrons, est caractérisé en ce que cet
15 élément de concentration comporte au moins deux pièces métalliques électriquement isolées l'une de l'autre et du filament, pour permettre par rapport à ce dernier leur polarisation indépendante et une déflexion du faisceau d'électrons.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description qui
20 suit, et aux quatre figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 est relative à l'art antérieur et montre schématiquement un tube à rayons X ordinaire ;
- la figure 2 montre schématiquement, un tube à rayons X conforme à l'invention ;
- 25 - la figure 3 montre un schéma de principe d'alimentation électrique d'un tube à rayons X conforme à l'invention.
- la figure 4 montre un diagramme concernant la polarisation de l'élément de concentration.

La figure 1 montre un tube à rayons X 1 selon l'art antérieur, représenté par un cadre en traits pointillés, et contenant un
30 filament 2, un élément de concentration 3 formé d'une pièce métallique adossée au filament 2, et une cible anodique 4 partiellement représentée ; ces derniers éléments étant supportés et alimentés d'une manière connue et non représentée.

Le filament 2 et l'élément de concentration 3 forment un ensemble symétrique, par rapport à un plan perpendiculaire au plan de la figure 1 et contenant un axe 5 d'émission passant par le filament 2 ; cet ensemble formé par le filament 2 et l'élément de concentration 3, constitue une cathode C.

La cathode C délivre selon l'axe d'émission 5, un faisceau d'électrons F attirés par la cible anodique 4, sur laquelle il détermine un foyer 9 d'où sont émis des rayons X non représentés.

Dans cette disposition qui est classique la concentration du faisceau d'électrons F, matérialisée par une dimension D du foyer 9, ainsi que l'axe d'émission 5 du faisceau d'électrons F sont déterminés par la géométrie de la cathode C. Compte tenu de cette symétrie de la cathode C, un champ électrique (non représenté) est établi de manière également symétrique autour du filament 2 ; cette symétrie du champ électrique déterminant au faisceau d'électrons F, son axe d'émission 5 contenu dans le plan de symétrie. L'élément de concentration 3 peut être : soit relié au filament 2 ; soit isolé de ce dernier, par rapport auquel dans ce dernier cas, il peut être porté à un potentiel différent généralement négatif. Ceci permet, en modifiant le champ électrique qui conserve sa symétrie précédemment mentionnée, de déterminer au faisceau d'électrons F une concentration différente, non représentée ; le faisceau d'électron F ayant conservé son axe d'émission 5.

Cette description d'un tube à rayons X 1 selon l'art antérieur, dans lequel aucune déflexion du faisceau d'électrons n'est obtenue, permet de mieux comprendre l'invention montrée par la figure 2, dans laquelle une structure nouvelle permet d'agir sur la symétrie du champ électrique entourant le filament 2.

La figure 2 montre un tube à rayons X 10 conforme à l'invention, représenté par un cadre en traits pointillés, et contenant un filament 2, un élément de concentration 3 adossé au filament 2, et une cible anodique 4 ; ainsi que dans l'exemple de la figure 1, le filament 2 et l'élément de concentration 3 constituent une cathode C1

Dans l'exemple non limitatif décrit et contrairement à l'art antérieur, l'élément de concentration 3 est constitué notamment d'une première et d'une seconde pièce métallique 12, 13, électriquement isolées l'une de l'autre par une cloison isolante 6 solidaire
5 d'une embase isolante 7. Chacune de ces pièces 12, 13, comportant des surfaces métalliques 14, 15, est disposée symétriquement par rapport au filament 2 et à un plan 5.8 de symétrie perpendiculaire à la figure ; ce plan, contenant d'une part le premier axe d'émission 5, et d'autre part un axe du filament 2 perpendiculaire au plan de la
10 figure 2 et représenté par un point 8, constitue un plan 5.8 de symétrie de l'ensemble élément de concentration 3 et filament 2.

Les première et seconde pièces métalliques 12, 13 étant également isolées électriquement du filament 2, cette disposition permet de leur appliquer, par rapport au filament 2, une première et
15 une seconde tension de polarisation négatives (non représentées sur la figure 2) indépendantes l'une de l'autre.

L'élément de concentration 3 est ainsi capable d'assurer deux fonctions : l'une de concentration du faisceau d'électrons F ; l'autre de déflexion de ce faisceau dans un plan perpendiculaire au plan 5.8
20 de symétrie.

En supposant que ces tensions de polarisation aient une même valeur, nulle par exemple, la cathode C1 peut générer selon l'axe d'émission 5, un faisceau d'électrons F qui détermine sur la cible anodique 4 le foyer 9 ; un champ électrique (non représenté) étant
25 établi autour du filament 2 d'une manière symétrique, et la concentration du faisceau d'électrons F étant assurée par la géométrie de la cathode C1, ainsi qu'il a été précédemment expliqué.

Ceci correspond à une utilisation du tube à rayons X 10 selon l'invention, sans déflexion du faisceau d'électrons F ; l'axe d'émission 5 constituant alors également un axe de repos 5 correspondant à
30 une position de repos de ce faisceau d'électrons.

Pour obtenir une déflexion de ce dernier, c'est-à-dire, lui conférer une direction moyenne différente de l'axe d'émission 5 ou axe de repos 5, il suffit d'apporter une dissymétrie au champ

électrique formé autour du filament 2, en donnant aux tensions de polarisation des première et seconde pièces métalliques 12, 13, des valeurs différentes ; l'une de ces valeurs pouvant même être nulle, mais aucune ne devant être positive. Un sens de cette déflexion par rapport à l'axe de repos 5, par exemple positif montré par la flèche 20, ou négatif montré par la flèche 21, étant déterminé en fonction d'une différence positive ou négative entre ces tensions de polarisation.

En appliquant par exemple à la seconde pièce métallique 13, une seconde tension de polarisation négative, la première tension de polarisation appliquée à la première pièce 12 étant nulle : la cathode C1 génère un faisceau d'électrons Fa (représenté en traits pointillés), ayant par exemple une première direction moyenne 5a et dont l'impact sur la cible anodique 4 provoque un second foyer 9a ; l'amplitude de cette déflexion, représentée par un angle α entre le premier axe d'émission 5 ou axe de repos 5 et cette direction moyenne 5A, étant fonction du niveau de la différence entre ces tensions de polarisation. Il est possible d'obtenir une déflexion dans un sens négatif montré par la flèche 21, en appliquant à la première pièce métallique 12 une tension de polarisation négative, la seconde tension de polarisation étant nulle à son tour ; ceci détermine au faisceau d'électrons une seconde direction moyenne 5b et provoque un troisième foyer 9b

Il est ainsi possible de déterminer au faisceau d'électrons F, n directions moyennes 5a, 5b,... 5n, déterminant n foyers 9a, 9b,... 9n.

Un avantage de cette structure est que les surfaces métalliques 14, 15 servant à la déflexion étant très proches du filament 2, les tensions nécessaires à cette déflexion sont faibles, (de l'ordre de quelques dizaines de volts à quelques centaines de volts). En effet les électrons étant déviés au niveau de la cathode C1, leur énergie cinétique à ce niveau est faible et il faut peu d'énergie de déviation ; en conséquence, la pervéance de l'émetteur est peu affectée.

Un autre avantage réside en ce que les tensions de polarisation étant faibles, les problèmes d'isolation électrique sont réduits et permettent de réaliser une cathode C1 de faible encombrement, dont les dimensions peuvent être égales à celles d'une cathode C réalisée selon l'art antérieur.

5

Cette description constitue un exemple non limitatif d'un tube à rayons X 10 selon l'invention, la pièce de concentration 3 pouvant avoir une forme différente et comporter n pièces métalliques (non représentées) électriquement indépendantes les unes des autres et du filament 2. Les pièces métalliques 12, 13 peuvent être disposées de manière asymétrique par rapport au filament 2, en leur donnant par exemple une direction différente ; cette version de l'invention est illustrée sur la figure 2 par une limite 11, représentée en traits pointillés, qui confère à la seconde pièce métallique 13 une épaisseur E' inférieure à une épaisseur E de la première pièce métallique 12. Cette asymétrie détermine au faisceau d'électrons F une direction moyenne de repos, confondue par exemple avec la seconde direction moyenne 5b, ou avec la première direction moyenne 5a si cette asymétrie s'exerce dans un sens contraire à celui de l'exemple non limitatif décrit. Dans le cas de cette asymétrie une telle direction moyenne de repos 5a, 5b est obtenue en l'absence de différence entre les première et seconde tension de polarisation ; une déflexion du faisceau d'électrons F s'opérant dans un sens positif 20 ou négatif 21, par rapport à cette direction moyenne de repos.

10

15

20

25

La figure 3 montre, à titre d'exemple non limitatif, un schéma électrique d'alimentation du tube à rayons X 10 conforme à l'invention.

Dans le tube à rayons X 10 :

30

- la cible anodique 4 est reliée à une première connexion extérieure 31 ;
- le filament 2 est relié par ses extrémités 2A, dont une est masquée sur la figure à un premier et second moyen de connexion intérieurs 22, 23, situés sur l'embase isolante 7 de l'élément de concentration 3 ; ce premier et second moyen de connexion intérieurs étant

35

respectivement reliés à un second et troisième connecteur extérieurs 24, 25 ;

- l'élément de concentration 3 comporte également sur l'embase 7, un troisième et quatrième moyen de connexion intérieurs 40, 41 respectivement en contact avec la première et la seconde pièce métallique 12, 13, et reliés à un quatrième et cinquième point de connexion extérieurs 42, 43.

Par le premier moyen de connexion intérieur 31, la cible anodique 4 est reliée à une sortie + HT d'un générateur de haute tension 33, réalisé de manière classique ; ce générateur de haute tension 33 comporte une sortie - HT reliée par l'intermédiaire d'un point commun PC et du second moyen de connexion extérieur 25, à une extrémité 2a du filament 2. Ceci réalise la connexion de haute tension entre la cible anodique 4 et la cathode C1.

Les second et troisième moyens de connexion extérieurs 24, 25, sont reliés à des sorties 37, 39 d'un générateur de tension de chauffage 38 servant à alimenter le filament 2 ; ce générateur de tension de chauffage 38 pouvant comporter par exemple, d'une manière classique, un transformateur non représenté.

Les quatrième et cinquième moyens de connexion extérieurs 42, 43, correspondant à la première et à la seconde pièce métallique 12, 13, sont respectivement reliés à une sortie négative V1 et une sortie négative V2 d'un premier et second générateur basse tension 34, 35 ; des sorties positives 28, 29 de ces générateurs basse tension 34, 35 étant dans l'exemple non limitatif décrit, reliés également au point commun PC. Ces générateurs 33, 34, 35, 38 pouvant être alimentés d'une manière classique, (non représentée) en partant d'une source de tension alternative par exemple.

Ceci réalise les connexions d'alimentation du filament 2 et permet l'application aux première et seconde pièces métalliques 12, 13 des première et seconde tensions de polarisation V1, V2 d'une manière indépendante, ces tensions étant référencées par rapport à une extrémité 2A du filament 2. Les générateurs basse tension 35, 36 peuvent être réglables manuellement, de manière à

fournir une tension de polarisation V_1, V_2 variable de manière continue ou par bonds ; ces générateurs 35, 36 pouvant être également ajustables à distance, par des moyens classiques non représentés ou éventuellement programmés.

5 La figure 4 montre un exemple non limitatif, selon lequel les tensions de polarisations V_1, V_2 peuvent être appliquées pour provoquer une déflexion du faisceau d'électrons F ; cette déflexion produisant un balayage continu de la cible anodique 4.

On trouve :

10 - à un instant t_0 :

en A, la première tension de polarisation V_1 a une valeur égale à zéro ; en B, la seconde tension de polarisation V_2 a également une valeur égale à zéro. Cette situation correspond à celle (montrée figure 2) dans laquelle l'axe du faisceau d'électrons F est constitué par l'axe de repos 5.

15 - à l'instant t_1 :

en A, la première tension V_1 a une valeur V_{1a} ; en B, la seconde tension V_2 a une valeur égale à zéro. Cette situation correspond à celle où la trajectoire du faisceau d'électrons F s'effectue selon la seconde direction moyenne 5b ; la différence déterminée par $V_1 - V_2$ étant négative ;

20

- à un instant t_2 :

en A la première tension V_1 a une valeur zéro ; en b la seconde tension V_2 est égale à zéro. L'axe du faisceau est revenu à la position de l'axe de repos 5 ;

25

- à un instant t_3 :

en A, la première tension V_1 est égale à zéro ; en B, la seconde tension V_2 est égale à une valeur V_{2a} . Cette situation correspond à celle où la trajectoire du faisceau d'électrons F s'effectue selon la première direction moyenne 5a la différence déterminée par $V_1 - V_2$ étant positive.

30

Il est également possible de réaliser des déflexions du faisceau d'électrons F selon des modes différents, en fonction notamment de la forme, de l'amplitude et de la phase relative entre les deux tensions de polarisation V_1, V_2 .

35

Il peut être nécessaire de conserver au faisceau d'électrons F, au cours d'un balayage, une concentration sensiblement équivalente à celle qu'il comporte en position de repos. Dans ce cas les tensions de polarisations V1, V2 peuvent être appliquées aux pièces métalliques 12, 13 comme il est montré par la figure 2 à partir d'un instant t5.

On trouve :

- à l'instant t5 :

en A, la première tension V1 de polarisation est égale à zéro, et commence à croître à partir de cet instant; en B, la seconde tension V2 de polarisation est également à zéro et commence également à croître à partir de cet instant.

- à l'instant t6 :

en A, la première tension V1 a une valeur V1a; en B, la seconde tension V2 a une valeur V2b inférieure à V1a. La déflexion du faisceau d'électrons F s'opère selon un sens négatif 21, avec une amplitude (non représentée) inférieure à l'exemple précédent; mais dans ce dernier cas la concentration initiale du faisceau F est sensiblement conservée si le rapport $\frac{V1a}{V2b}$ est choisi en conséquence;

- à l'instant t7 :

en A, la première tension V1 est égale à zéro; en B la seconde tension V2 est égale à zéro. Le faisceau F est revenu à la position de repos où il comporte l'axe de repos 5;

- à l'instant t8 :

en A, la première tension V1 a une valeur V1b, égale à la valeur V2b; en B, la seconde tension V2 a une valeur V2a. La déflexion du faisceau F s'opère selon un sens positif 20, avec une amplitude (non représentée) égale à celle obtenue à l'instant t6;

- à l'instant t9 :

en A, la première tension V1 est égale à zéro; en B la seconde tension V2 est égale à zéro. Le faisceau d'électrons F a retrouvé son axe de repos 5.

Il est également possible avec le tube à rayons X 1 selon l'invention, d'obtenir une modification de la concentration du faisceau d'électrons F, tout en conservant à ce dernier son axe de

repos 5 ; il suffit à cet effet de faire varier d'une même manière, non représentée, les tensions V_1, V_2 appliquées à la première et la seconde pièces métalliques 12, 13.

5 Cette description montre la simplicité avec laquelle, grâce à sa structure, un tube à rayons X 10 conforme à l'invention, permet une déflexion du faisceau d'électrons F de manière à déterminer à un faisceau de rayonnement X (non représenté), une source dont la position varie le long d'une cible anodique.

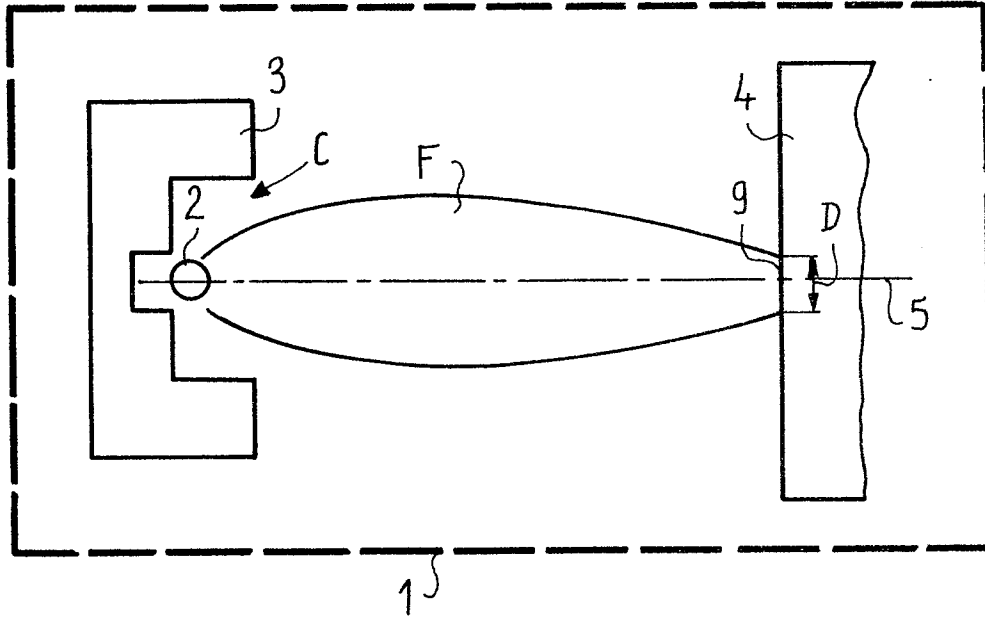
REVENDICATIONS

5 1. Tube à rayons X à balayage comportant une cathode (C1),
émettrice d'un faisceau d'électrons (F), cette cathode (C1) étant
munie d'un filament (2) générateur d'électrons et d'un élément de
concentration (3) du faisceau d'électrons (F), caractérisé en ce que
cet élément de concentration (3) comporte au moins deux pièces
métalliques (12,13) électriquement isolées l'une de l'autre et du fila-
ment (2), pour permettre par rapport à ce dernier leur polarisation
indépendante et une déflexion du faisceau d'électrons (F).

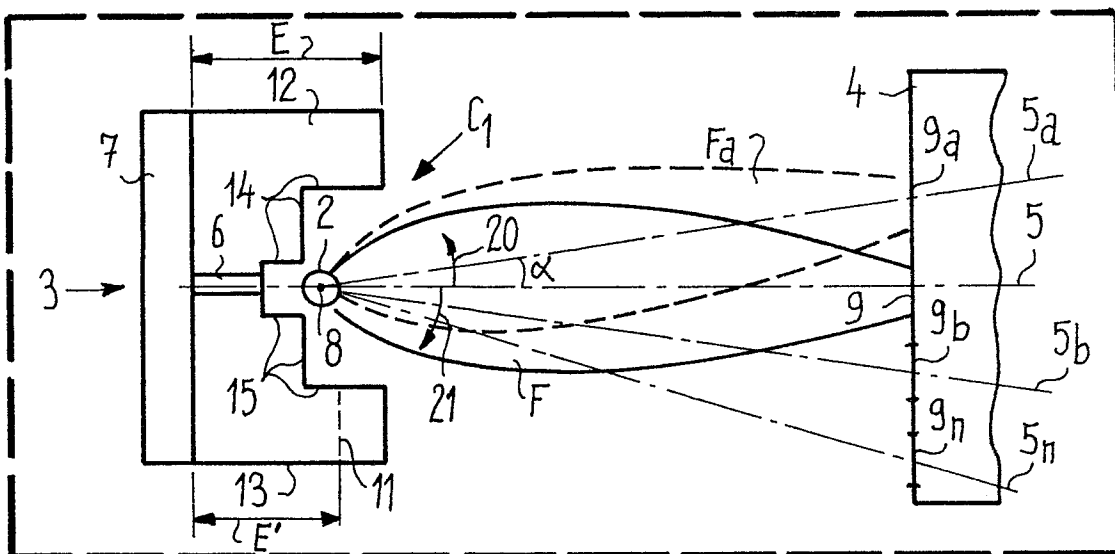
10 2. Tube à rayons X selon la revendication 1, caractérisé en ce
que les pièces métalliques (12,13) sont disposées symétriquement par
rapport au filament (2) et à un plan (5-8), de manière à déterminer
au faisceau d'électrons (F) un axe de repos (5), contenu dans ce
plan (5-8), par rapport auquel s'opère la déflexion.

15 3. Tube à rayons X selon la revendication 1, caractérisé en ce
que les pièces métalliques (12,13) sont disposées de manière asymé-
trique par rapport au filament (2), de manière à déterminer au
faisceau d'électrons (F) une direction moyenne de repos (5a, 5b) par
rapport à laquelle s'opère la déflexion.

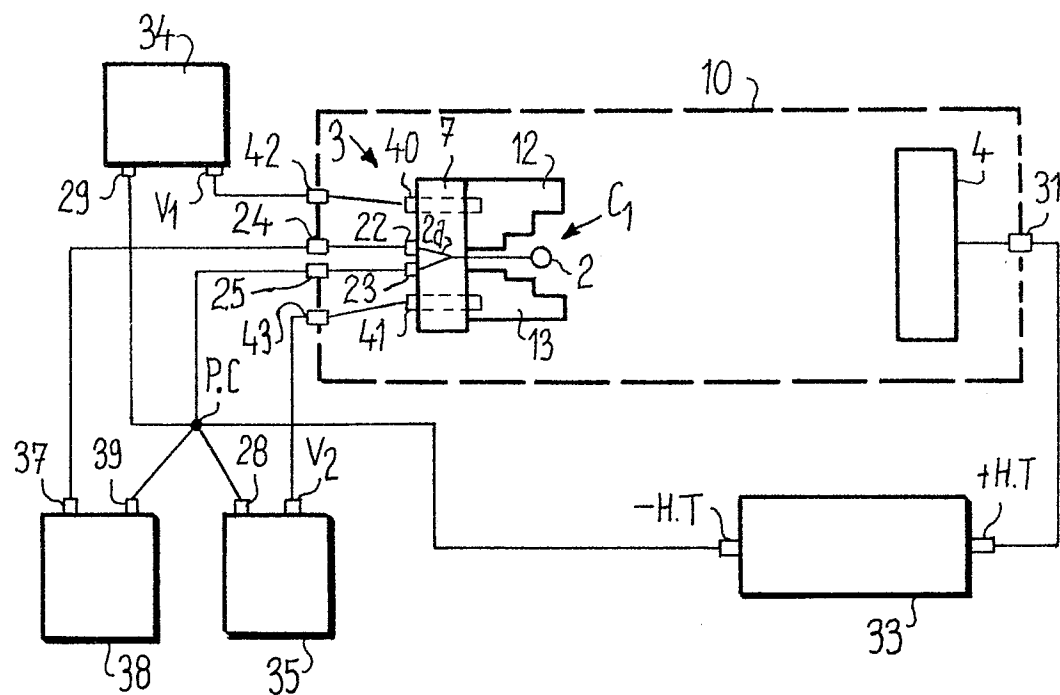
FIG_1



FIG_2



FIG_3



FIG_4

