



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 608 168 B2**

(12) **NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la
décision concernant l'opposition:
24.01.2001 Bulletin 2001/04

(51) Int Cl.7: **H01J 31/50**

(45) Mention de la délivrance du brevet:
12.03.1997 Bulletin 1997/11

(21) Numéro de dépôt: **94400099.1**

(22) Date de dépôt: **14.01.1994**

(54) **Tube convertisseur d'images, et procédé de fabrication d'un tel tube**

Bildwandlerröhre und Verfahren zur Herstellung einer solchen Röhre

Image conversion tube and method of producing such a tube

(84) Etats contractants désignés:
DE FR NL

(74) Mandataire: **Simonnet, Christine et al**
Thomson-CSF Propriété Intellectuelle,
13, Avenue du Président Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)

(30) Priorité: **22.01.1993 FR 9300638**

(43) Date de publication de la demande:
27.07.1994 Bulletin 1994/30

(56) Documents cités:

EP-A- 0 350 359	EP-A- 0 360 906
EP-A- 0 380 147	DE-A- 2 461 262
DE-A- 2 909 066	DE-A- 4 208 538
DE-C- 3 833 133	US-A- 4 069 357
US-A- 4 315 184	US-A- 4 862 006

(73) Titulaire: **THOMSON TUBES ELECTRONIQUES**
78140 Vélizy (FR)

(72) Inventeur: **Pradere, Philippe**
F-92402 Courbevoie Cédex (FR)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 85**
(E-308) 13 Avril 1985 & JP-A-59 215 639 (NIPPON
HOSO KYOKAI) 5 Décembre 1984

EP 0 608 168 B2

Description

[0001] La présente invention concerne un perfectionnement aux tubes convertisseurs d'images ce perfectionnement permet d'éliminer les lueurs parasites qui peuvent se développer sur les isolants à l'intérieur de ces tubes.

[0002] L'invention concerne également un procédé pour la production d'un tel tube convertisseur d'images.

[0003] Le rappel préliminaire de la structure et du fonctionnement d'un tube convertisseur d'images permettra de mieux comprendre la nature du problème posé et celle de la solution proposée par l'invention Mais, de façon à être plus claires et précises les explications ainsi que celles relatives à l'invention s'appuieront sur l'exemple, non limitatif, d'un tube intensificateur d'images radiologiques.

[0004] Un tel tube convertir d'images est connu de EP-A-0 380 147.

[0005] Les tubes intensificateurs d'images sont des tubes à vide comprenant un convertisseur d'entrée, situé à l'avant du tube, un système d'optique électronique et un écran d'observation de l'image visible situé à l'arrière du tube, du côté d'une fenêtre de sortie de ce dernier.

[0006] Dans les tubes intensificateurs d'image radiologiques ou en abrégé "tube IIR", le convertisseur d'entrée comporte un écran scintillateur qui convertit les photons X incidents en photons visibles.

[0007] La figure 1 montre schématiquement un tel tube intensificateur d'image du type radiologique.

[0008] Le tube IIR comprend une enveloppe 1 en verre ou en métal dont une extrémité, à l'avant du tube, comprend un écran d'entrée 2. Cette extrémité est fermée par une fenêtre d'entrée 3 exposée à un rayonnement de photons X.

[0009] La seconde extrémité de l'enveloppe formant l'arrière du tube est fermée par une fenêtre de sortie 4 transparente à la lumière.

[0010] Les rayons X sont convertis en rayons lumineux par un écran scintillateur 5. Les rayons lumineux excitent une photocathode 6 qui en réponse produit des électrons.

[0011] Les électrons produits par la photocathode 6 sont accélérés vers la fenêtre de sortie 4 à l'aide de différentes électrodes 7, et d'une anode 8, disposées le long d'un axe longitudinal du tube et qui forment le système d'optique électronique.

[0012] La fenêtre de sortie 4 est formée par une pièce transparente en verre qui, dans l'exemple représenté, porte un écran cathodoluminescent ou écran de sortie 9 fait de luminophores par exemple.

[0013] L'impact des électrons sur l'écran cathodoluminescent ou écran de sortie permet de reconstituer une image (amplifiée en luminance) qui au départ était formée sur la surface de la photocathode 6.

[0014] L'image affichée par l'écran de sortie 9 est visible à travers la pièce en verre qui constitue la fenêtre

de sortie 4. Généralement des dispositifs capteurs d'optiques (non représentés) sont disposés à l'extérieur du tube à proximité de la fenêtre de sortie 4 pour capter cette image au travers de cette dernière et permettre son observation.

[0015] Mais cette observation ne peut être efficace que s'il n'intervient pas de lumière parasite. Or, une conséquence du procédé de fabrication, d'une part, et des hautes tensions de l'optique électronique, d'autre part, réside en l'apparition de lueurs en surface des parties isolantes qui soutiennent les électrodes. Il est facilement concevable que ces lueurs dégradent l'image radiologique observée, en particulier en contraste.

[0016] Ces lueurs parasites proviennent de ce que l'isolation électrique des électrodes est dégradée par la présence des métaux alcalins qui se sont déposés sur ces électrodes, et qui favorisent par effet de champ une émission d'électrons qui vont charger les isolants.

[0017] L'invention vise à limiter la charge électrique des isolants, qui est à l'origine des lueurs par parasites. Dans le convertisseur d'images décrit dans EP-A-0 380 147 on trouve dans une enceinte sous vide un écran d'entrée associant un scintillateur et une photocathode qui transforment les rayons X incidents sur le scintillateur en électrons focalisés sur un écran de sortie, au moyen d'une optique électronique formée par une pluralité d'électrodes. Des pièces isolantes qui font partie de l'enceinte sont dans ce but recouvertes d'une couche mince en oxyde de chrome. Cette couche est faite par dépôt de nitrate de chrome, par broyage, pulvérisation ou immersion suivi d'un traitement thermique.

[0018] L'objet de l'invention est de proposer un tube convertisseur d'images avec une telle couche mince à performances améliorées et peu coûteuse. Cet objectif est atteint par le tube convertisseur d'images selon la revendication 1 et le procédé de fabrication d'un tel tube selon la revendication 3.

[0019] L'invention sera mieux comprise par l'exposé d'un exemple de réalisation, en liaison avec les figures jointes en annexes qui représentent :

- figure 1 : vue en coupe, schématique, d'un tube IIR selon l'art connu ;
- figure 2: vue en coupe d'un tube IIR, orientée sur les problèmes d'isolants résolus par l'invention ;
- figures 3a à 3c : schéma du mécanisme d'apparition des lueurs sur les isolants ;
- figure 4 : coupe d'un isolant recouvert d'une couche mince selon l'invention.

[0020] La figure 1 qui a été décrite précédemment exposait rapidement le fonctionnement d'un tube IIR. La figure 2 reprend cette vue en coupe, mais elle est plus particulièrement orientée sur les isollements électriques à l'intérieur.

[0021] De façon à rendre plus claire et plus concrète la description, on admettra que ce tube IIR a une photocathode 6 en antimoniure d'alcalins, et qu'il est de type

tétrode, avec trois grilles 71, 72, 73 et une anode 8.

[0022] Les électrodes sont portées à des tensions pouvant aller au delà de 30 kV pour l'anode 8 et à environ 20 kV pour la grille 73. Les électrodes 71 et 72 sont portées à des tensions ne dépassant généralement pas 1500 V. L'écran primaire 2 avec sa photocathode 6 transforme le rayonnement X en un faisceau d'électrons qui est ensuite focalisé par l'ensemble d'électrodes sur l'écran secondaire 4 qui le transforme en image lumineuse. Généralement l'anode 8 est portée à une tension fixe, par exemple 30 kV, tandis que les autres électrodes, dont en particulier la grille 73 peuvent être portées à des tensions variables pour agrandir l'image d'entrée sur l'écran de sortie, créant ainsi un effet de zoom. Le mode de fonctionnement zoom peut conduire à des tensions de fonctionnement supérieures à 20 kV pour l'électrode 73.

[0023] L'ensemble des grilles 71, 72 et 73, de l'anode 8, et de la fenêtre de sortie 4 forment un ensemble architectural qui est assemblé de façon rigide :

- d'une part au moyen de cales d'alumine 11 et 12, par exemple, entre les grilles 71, 72 et 73,
- d'autre part au moyen d'un scellement 13 verre/métal, entre l'enveloppe 1 du tube et les électrodes 8 et 73.

[0024] Compte tenu des tensions élevées auxquelles peuvent fonctionner les électrodes 73 et l'anode 8, leur isolement électrique vis à vis du reste du tube est un problème délicat, mais il se fait que la tenue en tension est particulièrement dégradée par le procédé de fabrication de la photocathode 6 qui se fait à l'intérieur même du tube à vide 1 par évaporations successives de ses éléments constitutifs. Si l'évaporation de l'antimoine (Sb) par effet Joule à partir d'un creuset inséré sur l'axe du tube est directive et permet d'éviter une pollution importante du reste du tube, il en est tout autrement pour celle des alcalins tels que potassium (K), césium (Cs) ou sodium (Na). L'évaporation des métaux alcalins est le résultat d'une décomposition à chaud d'un composé de ces métaux tel que par exemple un chromate, par le chauffage par effet Joule des générateurs alcalins. La géométrie fermée de ces générateurs, nécessaire au confinement des chromates pour optimiser les réactions de décomposition, et leur position décentrée par rapport à l'axe du tube rendent l'évaporation très peu directive. L'évaporation des alcalins peut même se faire à l'extérieur du tube : ils sont alors injectés dans le tube à travers un queusot. Dans tous les cas, cette évaporation génère un brouillard qui se dépose partout à l'intérieur du tube.

[0025] Une partie des alcalins vaporisés se dépose sur les pièces métalliques du tube IIR telles que les électrodes 71, 72, 73, tandis qu'une autre partie des alcalins se dépose sur les pièces isolantes 11, 12, 13. Les figures 3a à 3c permettent de comprendre le phénomène d'apparition des lueurs sur les isolants, et par voie de

conséquence de comprendre la solution apportée par l'invention.

[0026] Soit une pièce isolante 12, en alumine, qui soutient et réunit deux grilles 72 et 73 en acier inoxydable, par exemple. Dans ce cas, la grille 73 est portée à quelque 20 kV, la grille 72 à quelque 1,5 kV et la cale d'alumine 12 a été précédemment polluée par des alcalins, ainsi d'ailleurs que les pièces métalliques.

[0027] Les alcalins, déposés en surface des pièces métalliques internes du tube, diminuent considérablement le travail de sortie des électrons du métal ce qui favorise les émissions parasites d'électrons par effet de champ aux endroits où le champ électrique est élevé. En particulier, le champ électrique peut être très élevé au voisinage isolant/électrode à basse tension pour des raisons de charge de l'isolant et de proximité de sources potentielles d'électrons.

[0028] Ainsi, dans un premier mécanisme d'émission représenté en figure 3a, un électron incident qui heurte la cale d'alumine 12 provoque un effet multiplicateur et en arrache au moins deux électrons secondaires, avec la conséquence que la cale 12 est chargée d'au moins une charge positive. Cette charge positive attire, dans un second mécanisme d'émission symbolisé en figure 3b, les électrons qui sont sortis des pièces métalliques par effet de champ, par exemple au voisinage isolant/électrode. Les électrons ainsi captés ramènent au cas précédent et créent des électrons secondaires par effet multiplicateur. C'est ainsi qu'il y a très rapidement un effet d'avalanche, et l'émission d'électrons par effet de champ conduit - figure 3c - à l'apparition de lueurs en surface de l'isolant bombardé par un mécanisme de type cathodo-luminescence. Ces lueurs sont typiquement bleues sur le verre et rouges sur l'alumine Al_2O_3 . Les lueurs sont généralement stables dans le temps bien qu'elles peuvent varier légèrement en position.

[0029] Les lueurs en surface des isolants, visibles directement de la photocathode ou par réflexions sur les électrodes ou les parois métalliques du tube, sont retransmises et amplifiées sur l'écran secondaire 4. L'éclairage parasite ainsi généré perturbe le bon fonctionnement du tube IIR : lueur en l'absence de signal utile et détérioration du contraste en fonctionnement. Le courant de fuite important qui peut être associé à la présence des lueurs est aussi source d'instabilité de l'alimentation du tube IIR au détriment de la qualité de l'image, avec perte de résolution.

[0030] Pour améliorer l'isolement électrique et en particulier limiter l'apparition de lueurs en surface des isolants, différentes solutions sont connues mais comportent des limitations de performances ou restent très coûteuses.

[0031] Une première solution consiste à limiter les possibilités d'émission d'électrons. Cette solution nécessite une action sur la configuration des pièces et leur état de surface. En effet l'émission parasite d'électrons par effet de champ est régie par deux paramètres: le travail de sortie des électrons et le champ microscopique

en surface du site d'émission. Si le travail de sortie est conditionné par la présence inévitable des alcalins, le champ microscopique peut être diminué en améliorant l'état de surface et en augmentant le rayon de courbure de la place au niveau des sites possibles d'émission, avec diminution de l'effet de pointe. L'émission parasite d'électrons et donc les lueurs sur isolants peuvent donc être diminuées par l'introduction de pièces polies et arrondies, par exemple aux jonctions isolant-métal. Ces pièces sont généralement coûteuses et doivent être manipulées avec soin.

[0032] Une seconde solution consiste à protéger l'isolant bombardé par un dépôt d'un produit pulvérulent. Une telle solution consiste par exemple en un dépôt d'oxyde de chrome, réalisé en utilisant un mélange de poudre d'oxyde de chrome, d'eau et éventuellement d'un liant. Déposé au pinceau ou au tampon, on obtient un dépôt épais et d'adhérence faible. Cette solution si elle permet d'éliminer les lueurs en surface de l'isolant badigeonné, est une source de pollution particulière dans le tube et donc de défauts d'aspect sur l'écran de sortie.

[0033] Enfin, on peut optimiser la forme de l'isolant, en utilisant des alumines crénelés ou coniques. C'est une solution coûteuse et à l'efficacité limitée compte tenu de la présence d'alcalins dans le tube.

[0034] Selon l'invention revendiquée, on limite la charge électrique des isolants à l'origine des lueurs parasites par un dépôt 14 (figures 2 et 4) sur ces isolants d'un produit ayant pour principales caractéristiques :

- d'avoir un faible taux d'émission secondaire d'électrons de sorte que s'il est heurté par un électron, il l'absorbe sans émission secondaire avec multiplication,
- d'être homogène c'est-à-dire non pulvérulent, ou déposé par un procédé dit "de couche mince", avec forte adhérence entre le produit et l'isolant,
- d'être très peu conducteur pour limiter le courant de fuite dans le tube intensificateur d'image.

[0035] Un tel dépôt consiste par exemple en une couche de carbone amorphe, déposée par pulvérisation cathodique ou par un procédé chimique, stimulé par un plasma et connu sous le vocable anglais PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Déposition). La technique de PECVD permet l'obtention d'un dépôt homogène, mince, isolant et très adhérent sur des pièces de formes complexes. Le dépôt consiste en un craquage, en surface du substrat, de l'acétylène en présence d'hydrogène à basse pression ($13,3 \text{ à } 0,13 \text{ Pa} = 10^{-1} \text{ à } 10^{-3} \text{ torr}$). Pour activer la réaction le substrat est chauffé à 100°C et soumis à un plasma HF de 13.5 MHz. Ce type de couches minces est aussi connu sous le nom de "carbone diamant" ou en anglais ADLC (Amorphous Diamond Like Carbon).

[0036] Le carbone diamant est un matériau connu pour son faible coefficient d'émission secondaire. Celui-

ci reste inférieur à 1 quelle que soit l'énergie incidente des électrons: le matériau ne se charge pas quelles que soient les conditions de bombardement électronique.

[0037] Le carbone sous forme de graphite ne convient pas car il est conducteur. Le noir de carbone a été utilisé en technologie du tube à vide mais ce type de dépôt présente tous les inconvénients de la peinture d'oxyde de chrome : épaisseur, mauvaise adhérence et donc possibilité de générer des particules dans le tube.

[0038] Le carbone diamant déposé en couche mince par pulvérisation ou par PECVD est parfaitement homogène et adhère à son support ; il ne génère pas de poussières comme la peinture à l'oxyde de chrome.

[0039] Le dépôt de carbone par PECVD permet de traiter un grand nombre de pièces simultanément. Une épaisseur de 1000 Å ($0.1 \mu\text{m}$) suffit pour gagner un facteur 1,5 à 2 sur le seuil d'apparition des lueurs en surface d'isolateurs en alumine travaillant à des tensions pouvant aller jusqu'à 40 kV, car le carbone diamant est très peu conducteur et tient de très hautes tensions.

[0040] Le dépôt de carbone amorphe peut être fait sur des pièces en alumine telles que les isolateurs 11 et 12 entre les électrodes 72 et 73 par exemple, ou sur le bulbe de verre 13 qui permet l'isolement grille 73 / anode 8. Les pièces métalliques attenantes telles que les embouts des cales d'alumine ou les pièces métalliques moulées dans le bulbe en verre peuvent aussi être recouvertes, le dépôt étant aussi adhérent sur un substrat métallique et n'est pas susceptible de générer des particules pendant les opérations de montage en raison de sa faible épaisseur.

[0041] La figure 4 illustre l'invention: une cale isolante 12, située entre deux pièces métalliques telles que les électrodes 72 et 73, est recouverte d'une couche 14 du matériau revendiqué ayant un faible taux d'émission secondaire et une faible conductivité, déposé selon une technique dite de couche mince.

[0042] Par rapport à la cale isolante 12, la couche 14 se comporte comme un blindage, pour empêcher que des électrons incidents ne chargent l'isolant 12, par l'émission secondaire d'électrons.

[0043] L'invention est précisée par les revendications suivantes.

Revendications

1. Tube convertisseur d'images comportant, à l'intérieur d'une enceinte sous vide (1), au moins un écran d'entrée (2) associant un scintillateur (5) et une photocathode (6) qui transforment les rayons X incidents sur le scintillateur (5) en électrons, focalisés sur un écran de sortie (4) au moyen d'une optique électronique formée par une pluralité d'électrodes (8, 71, 72, 73), fixées au moyen d'une pluralité de pièces isolantes (11, 12, 13) qui, en vue de supprimer les lueurs parasites qui naissent en fonctionnement sur les pièces isolantes (11, 12,

13), sont recouvertes d'une couche mince (14) d'un matériau ayant un faible taux, d'émission secondaire d'électrons inférieur ou égale à un quelle que soit l'énergie incidente des électrons et une très faible conductivité électrique, déposée par un procédé physique ou chimique de vaporisation ou de pulvérisation cathodique en couche mince, le matériau étant du carbone diamant.

2. Tube selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit matériau (14) est déposé sous forme d'une couche adhérente d'épaisseur de l'ordre de 1 000 Å (0,1 micromètre).
3. Procédé de fabrication d'un tube intensificateur d'images radiologiques conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de « carbone diamant » est déposée en surface des pièces isolantes (11, 12, 13) chauffées à 100° C, par craquage d'acétylène en présence d'hydrogène, à une pression entre 13,3 et 0,13 Pa (10^{-1} et 10^3 torr) sous l'action d'un plasma à 13,5 MHz.

Patentansprüche

1. Bildwandlerröhre, die in einem Vakuumgefäß (1) mindestens einen Eingangsschirm (2) mit einem Scintillator (5) und einer Fotokathode (6) enthält, die die auf den Scintillator (5) treffenden Röntgenstrahlen in Elektronen umwandeln, wobei die Elektronen dann auf einen Ausgangsschirm (4) mit Hilfe einer Elektronenoptik fokussiert werden, die aus mehreren mit Hilfe von mehreren isolierenden Bauteilen (11, 12, 13) befestigten Elektroden (8, 71, 72, 73) gebildet wird, wobei diese isolierenden Bauteile zur Beseitigung von störenden Glimmerscheinungen, die im Betrieb auf diesen isolierenden Bauteilen (11, 12, 13) erzeugt werden, durch eine dünne Schicht (14) aus einem Material mit einem niedrigen Emissionsgrad für Sekundärelektronen von höchstens dem Wert 1, unabhängig von der Energie der einfallenden Elektronen, und einer sehr geringen elektrischen Leitfähigkeit bedeckt sind, wobei diese Schicht durch ein physikalisches oder chemisches Verdampfungsverfahren oder durch Kathodenzerstäubung als dünne Schicht aufgebracht ist und das Material WIDIA ist.
2. Röhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Material (14) in Form einer gut haftenden Schicht einer Dicke von etwa 1000 Å (0,1 µm) aufgebracht ist.
3. Verfahren zur Herstellung einer Röntgenbild-Verstärkerröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schicht aus WIDIA-Kohlenstoff auf die auf 100°C erwärmte Oberfläche der isolie-

renden Bauteile (11, 12, 13) durch Spaltung von Acetylen in Gegenwart von Wasserstoff bei einem Druck zwischen 13,3 und 0,13 Pa (10^{-1} bis 10^{-3} Torr) unter Mitwirkung eines Hochfrequenzplasmas bei 13,5 MHz aufgebracht wird.

Claims

1. Image converter tube including, inside a vacuum chamber (1), at least one input screen (2) combining a scintillator (5) and a photocathode (6) which convert the X-rays incident on the scintillator (5) into electrons which are focused onto an output screen (4) by means of electron optics formed by a plurality of electrodes (8, 71, 72, 73) fixed by means of a plurality of insulating parts (11, 12, 13) which, with a view to eliminating any stray glow which occurs in operation on the insulating parts (11, 12, 13), are covered with a thin film (14) of a material having a low secondary electron emission level of less than or equal to one, whatever the incident energy of the electrons, and a very low electrical conductivity, this film being deposited by a physical or chemical thin-film evaporation or sputtering process, the material being diamond-like carbon.
2. Tube according to Claim 1, characterized in that the said material (14) is deposited in the form of an adherent film with a thickness of the order of 1000 Å (0.1 micrometre).
3. Method of manufacturing a radiological image intensifier tube according to Claim 1, characterized in that the "diamond-like carbon" film is deposited on the surface of the insulating parts (11, 12, 13) which have been heated to 100°C, by cracking acetylene in the presence of hydrogen at a pressure of between 13.3 and 0.13 Pa (10^{-1} and 10^{-3} torr), under the action of a 13.5 MHz plasma.

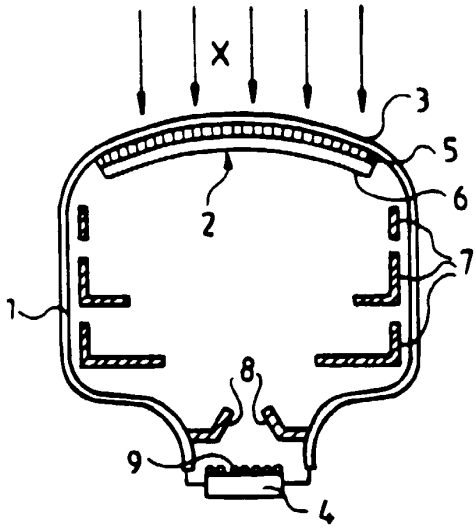


FIG. 1

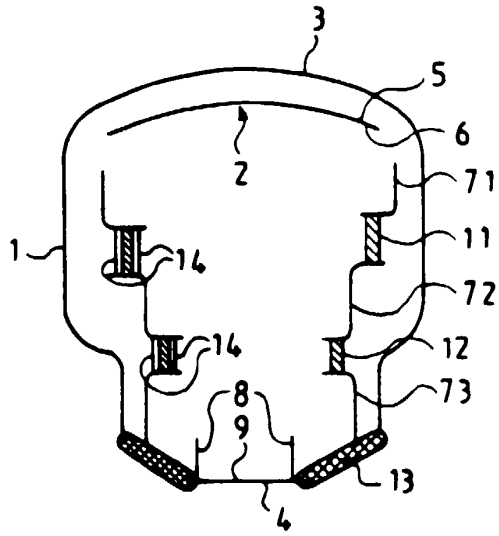


FIG. 2

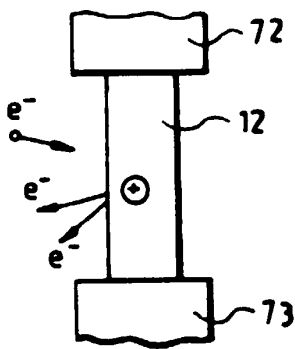


FIG. 3a

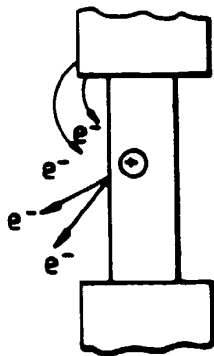


FIG. 3b

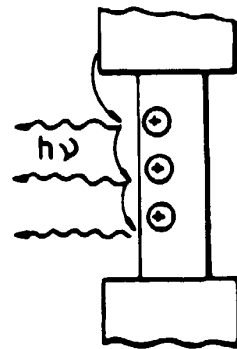


FIG. 3c

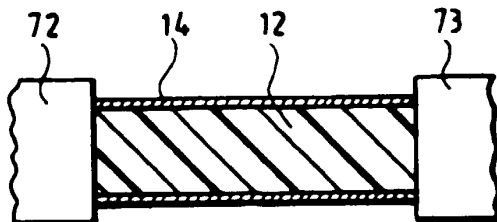


FIG. 4