(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication : **0 418 965 B1**

(12) # FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet : **24.08.94 Bulletin 94/34**

(51) Int. Cl.[5] : **H01J 29/74,** H01J 31/08

(21) Numéro de dépôt : **90202454.6**

(22) Date de dépôt : **17.09.90**

(54) **Tube à rayons cathodiques muni d'un photodeviateur.**

(30) Priorité : **22.09.89 FR 8912474**

(43) Date de publication de la demande : **27.03.91 Bulletin 91/13**

(45) Mention de la délivrance du brevet : **24.08.94 Bulletin 94/34**

(84) Etats contractants désignés : **DE FR GB NL**

(56) Documents cités :
FR-A- 1 015 514
ACTA ELECTRONICA vol. 10, no. 4, 1966, Paris (FR) pages 351 - 361; C. LOTY: "Les tubes à rayons cathodiques à propagation d'onde à très large bande"
1983 SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Digest of Technical Papers, May 1983, Coral Gables (FL;US) C. LOTY: "A 7GHz CRT for Realtime Digital Oscilloscopy"; pages 126 et 127

(73) Titulaire : **LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE PHILIPS**
22, avenue Descartes,
BP 15
F-94453 Limeil-Brévannes Cédex (FR)
(84) **FR**
Titulaire : **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken**
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven (NL)
(84) **DE GB NL**

(72) Inventeur : **Polaert, Rémy, Société Civile S.P.I.D.**
156, boulevard Haussmann
F-75008 Paris (FR)

(74) Mandataire : **Chaffraix, Jean**
Société Civile S.P.I.D.
156, Boulevard Haussmann
F-75008 Paris (FR)

EP 0 418 965 B1

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

Description

L'invention concerne un tube à rayons cathodiques, muni de moyens de déflexion électrostatique du trajet d'un faisceau d'électrons e_f issus d'une source d'électrons.

Dans un tube à rayons cathodiques il est habituel de dévier le trajet du faisceau d'électrons à l'aide d'une déflexion électrostatique formée de plaques réunies à des potentiels différents. Habituellement le tube dispose d'une paire de plaques pour la déflexion horizontale sur lesquelles on applique une base de temps et une paire de plaques pour la déflexion verticale sur lesquelles on applique le signal électrique à traiter. Ce signal électrique est introduit dans le tube à l'aide de connecteurs et de câbles qui sont reliés à un générateur de signaux. Ces signaux peuvent être générés initialement sous des formes qui ne sont pas électriques. Une conversion en un signal électrique est donc nécessaire ce qui dans certaines situations peut être un inconvénient.

D'autre part ces signaux peuvent avoir des rapidités diverses. Dans le domaine des signaux rapides lorsque l'on désire réaliser par exemple un oscilloscope ayant une bande passante couvrant plusieurs centaines de mégahertzs, cela est difficile à réaliser avec de tels moyens de déflexion électrostatique. Des solutions ont été proposées mettant en oeuvre des techniques de propagation d'ondes.

Ainsi le document intitulé "Les tubes à rayons cathodiques à propagation d'ondes à très large bande" par C. LOTY, Acta Electronica vol. 10 n°4 1966 p.351-361, révèle une solution utilisant une ligne en hélice. Dans ce cas on dispose d'une ligne à constantes réparties constituée d'un fil conducteur replié, le long duquel l'onde se propage à la vitesse de la lumière selon une structure à trois dimensions. Un oscilloscope réalisé sur de telles bases dispose d'une bande passante très élevée. Mais les signaux qui sont à analyser et qui agissent sur la déflexion électrostatique du faisceau d'électrons sont à introduire sous une forme électrique à l'aide de câbles de liaison qui ont des capacités non négligeables. Dans la pratique on est toujours confronté à un problème de sensibilité et le concepteur est conduit à établir un compromis entre la rapidité et la sensibilité de la déviation du faisceau d'électrons.

Or lorsque l'on analyse des phénomènes lumineux, qui peuvent être de durée excessivement brève, une grande partie de l'information rapide qu'ils renferment peut être masquée voire perdue par ces difficultés d'introduction des signaux électriques dans le tube à rayons cathodiques ce qui aggrave les inconvénients.

On se pose alors le problème d'éviter la conversion des signaux optiques. En outre on peut désirer conserver au tube à la fois une grande sensibilité et une grande rapidité pour l'analyse de tels signaux lumineux lorsqu'ils sont rapides.

La solution que propose l'invention est que les moyens de déflexion électrostatique comprennent au moins un photodéviateur électrostatique incluant un photodétecteur qui, sous l'action d'un rayonnement lumineux incident, créé des charges électriques e_p qui modifient le champ électrique de déflexion du photodéviateur.

Ainsi avantageusement le rayonnement lumineux n'est pas converti en un signal électrique préalablement à son introduction dans le tube à rayons cathodiques et l'information qu'il contient est ainsi mieux conservée. Il y a donc intervention directe du rayonnement lumineux sur le faisceau d'électrons.

Ceci est très utile non seulement dans des dispositifs qui doivent répondre rapidement à l'action du rayonnement lumineux, mais également dans des dispositifs moins rapides qui mettent à profit l'absence de transformation du rayonnement lumineux en un signal électrique à l'extérieur dudit dispositif.

Le principe de l'invention est d'envoyer le rayonnement lumineux à détecter directement sur l'une des plaques de déviation à travers une fenêtre placée sur le côté du tube. Cette plaque de déviation peut être revêtue d'un photodétecteur qui dépend du domaine spectral du rayonnement lumineux à détecter. Lorsque ce photodétecteur reçoit un rayonnement lumineux, une quantité de charges est créée en proportion de l'intensité du rayonnement lumineux. Si on place une électrode positive à proximité, ces charges vont transiter et développer un potentiel positif sur la plaque de déviation. Cela revient à placer un photodétecteur à l'intérieur du tube à rayons cathodiques. Les plaques de déviation et le photodétecteur constituent le photodéviateur. Le photodétecteur peut être une photocathode qui, sous l'action d'un rayonnement lumineux incident, créé des charges sous vide, ou un élément photoélectrique comme une photodiode, qui, sous l'action d'un rayonnement lumineux incident, créé des charges dans le matériau de l'élément photoélectrique . Ainsi on supprime des câbles de liaison, des connecteurs et des by-pass entre le photodétecteur et la plaque de déviation du tube à rayons cathodiques. Il en résulte une grande liberté sur le choix de l'impédance de charge Z.

En particulier il n'y a plus de nécessité d'avoir une impédance adaptée à celle d'un câble de liaison (typiquement $Z=50\Omega$), et il est possible d'adopter une impédance de valeur élevée et d'augmenter de façon importante la sensibilité de détection verticale. Ainsi, si l'impédance Z est une résistance de 1000Ω accompagnée d'une capacité parasite de C=0, 1pF, on obtient un gain de sensibilité de déflexion dans le rapport 1000/50=20 pour un temps de montée excessivement bref (100ps) du photodétecteur.

Le photodéviateur peut comprendre 3 électrodes et pour cela comprend une première et seconde électrode

extrême entre lesquelles est intercalée une électrode centrale, l'électrode centrale séparant d'un côté un premier espace où transite le faisceau d'électrons e_f et de l'autre côté un second espace où se situe le photodétecteur.

Lorsque le photodétecteur est une photocathode, selon une réalisation la photocathode est déposée sur l'électrode la plus négative des électrodes délimitant le second espace, les charges électriques e_p se déplaçant de la photocathode vers l'électrode positive et le faisceau d'électrons e_f traversant le premier espace dans une direction sensiblement perpendiculaire.

Il est possible selon des réalisations que l'électrode centrale est, selon les cas, portée à un potentiel intermédiaire supérieur ou inférieur aux potentiels des première et seconde électrodes extrêmes.

Lorsque le photodétecteur est une photodiode celle-ci peut être constituée d'une pièce de silicium placée entre l'électrode extrême positive et l'électrode centrale, le faisceau d'électrons e_f traversant l'espace délimité par l'électrode centrale et l'électrode extrême négative.

Il est aussi possible de vouloir adopter une résistance de charge très élevée, de valeur quasi infinie par exemple 10 MΩ, pour accroître la sensibilité de détection. Dans ce cas la constante de temps devient grande devant le temps de montée des signaux optiques à détecter et cette fois la déviation verticale V_y n'est plus proportionnelle au signal lumineux instantané mais à l'intégrale de ce signal en fonction du temps :

$$V_y = 1/C \int i\, dt$$

Il est clair que la sensibilité de déflexion est alors inversement proportionnelle à la capacité C donc proportionnelle à la distance entre le photodétecteur et l'électrode positive divisée par la surface active du photodétecteur. Par ailleurs une augmentation de cette distance photodétecteur-électrode positive allonge le temps de vol des électrons, c'est-à-dire le temps de montée propre de cet espace interélectrode. Il y a donc une distance optimale à déterminer en fonction de l'application envisagée.

Dans tous les modes de réalisation notamment les modes à 3 électrodes, il y a intérêt à réduire la capacité propre du photodétecteur.

Lorsque le photodétecteur est une photocathode, un moyen de réduire la capacité entre la photocathode et les électrodes de déviation consiste à supprimer une des électrodes. Il existe alors un espace interélectrode unique où agissent le faisceau d'électrons ef et les charges électriques e_p. Dans ce cas le photodéviateur est à 2 électrodes, réunies respectivement à un potentiel positif et négatif, la photocathode étant déposée sur la face de l'électrode négative dirigée vers l'électrode positive, l'électrode négative étant réunie au potentiel négatif GND par une impédance Z, les charges électriques e_p se déplaçant de la photocathode vers l'électrode positive et le faisceau d'électrons traversant le même espace interélectrode dans une direction sensiblement perpendiculaire.

Le rayonnement lumineux doit atteindre le photodétecteur pour créer les charges électriques e_p. Selon l'orientation du rayonnement lumineux il peut être nécessaire que l'une au moins des électrodes soit transparente pour transmettre le rayonnement lumineux au photodétecteur. Il peut s'agir d'un support transparent, tel un verre métallisé, pour recevoir la photocathode. Ou bien l'électrode qui fait face à la photocathode peut être une grille à mailles serrées. Ou bien, lorsqu'il s'agit d'une photodiode, la pièce de silicium peut être recouverte d'un oxyde métallique transparent.

Lorsque le photodéviateur est à 2 électrodes avec un espace unique pour le faisceau d'électrons e_f et les charges électriques générées e_p, il se produit au repos une déviation permanente qu'il est normalement nécessaire de compenser. Cette déviation au repos du trajet du faisceau d'électrons e_f est alors compensée par des moyens de corrections par exemple des bobines correctrices ou un déviateur électrostatique.

Les différentes réalisations qui viennent d'être décrites concernent un photodéviateur dont la structure de base comprend trois électrodes ou deux électrodes. Par électrode il faut entendre une plaque ou un élément de forme appropriée qui défléchit le faisceau. Le fait que le photodétecteur soit incorporé aux moyens de déviation pour former un photodéviateur permet d'accroître la vitesse de réponse à un signal lumineux rapide. Mais il est encore possible d'accroître cette rapidité de réponse en réalisant un photodéviateur distribué qui comprend plusieurs photodétecteurs disposés le long du trajet du faisceau d'électrons e_f, le rayonnement lumineux étant successivement dévié d'une photocathode ou d'une photodiode à la suivante à l'aide de réflecteurs. Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les distances qui séparent les photocathodes ou les photodiodes des réflecteurs d'une part, et les distances qui séparent deux électrodes centrales consécutives d'autre part, sont déterminées pour assurer une action synchronisée sur le faisceau d'électrons e_f.

Le photodéviateur ou le photodéviateur distribué peuvent être disposés à l'intérieur d'une enceinte unique, dans laquelle on a fait le vide et qui renferme tous les éléments d'un tube à rayons cathodiques. Mais dans le cas d'une réalisation à 3 électrodes, pour faciliter la réalisation industrielle, il est possible d'isoler l'enceinte renfermant le photodéviateur de l'enceinte renfermant les autres éléments du tube à rayons cathodiques. Ainsi lorsqu'il s'agit d'une photocathode, il est possible de réaliser indépendamment les traitements thermiques qui sont nécessaires à la formation de la photocathode d'une part et de la cathode du canon à électrons (source

d'électrons) d'autre part de façon à ne pas les endommager mutuellement. Après le montage ces deux enceintes peuvent rester non communicantes mais deviennent solidaires mécaniquement après leur disposition adaptée.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des figures suivantes données à titre d'exemple non limitatif et qui représentent :

figure 1 : un tube à rayons cathodiques connu.

figures 2A, 2B : deux schémas d'un photodéviateur à 3 électrodes muni d'une photocathode selon l'invention.

figure 3 : un schéma d'un photodéviateur à 2 électrodes muni d'une photocathode selon l'invention.

figures 4A, 4B : un schéma d'un photodéviateur muni d'une photodiode.

figures 5A à 5D : des schémas de réalisation d'un photodéviateur distribué.

figures 6A, 6B : un exemple de réalisation du photodéviateur distribué selon le schéma optique de la figure 5B.

figures 7A, 7B : un exemple de réalisation du photodéviateur distribué selon le schéma électrique de la figure 5A.

figure 8 : un exemple de réalisation d'un tube à rayons cathodiques selon l'invention formé de deux enceintes séparées.

La figure 1 représente un tube à rayons cathodiques selon l'art connu. Il comprend une enceinte à vide 10 dans laquelle un canon à électrons 11 émet un faisceau d'électrons e_f qui est dévié (faisceau 14) par des plaques de déviation verticale 12 et des plaques de déviation horizontale 13. Les plaques de déviation peuvent être formées de lignes en hélice selon l'art antérieur pour accroître la rapidité de déflexion du faisceau. Les signaux électriques rapides à analyser sont introduits par des connecteurs électriques non représentés.

Selon l'invention on remplace au moins un des moyens de déviation par un photodéviateur.

La figure 2A représente un photodéviateur à 3 électrodes comprenant une première électrode extrême 20, une seconde électrode extrême 21 et une électrode centrale 22. Le faisceau d'électrons e_f transite dans l'espace entre les électrodes 21 et 22. La première électrode extrême 20 est portée à un potentiel positif HT, la seconde électrode extrême 21 est portée a un potentiel négatif GND, et l'électrode centrale 22 est portée à un potentiel intermédiaire. Sur l'électrode la plus négative des électrodes 20 et 22, l'électrode centrale, est déposée une photocathode 24 du côté de l'électrode 20. L'électrode centrale est reliée au potentiel négatif GND par une impédance de charge Z. Sous l'influence du rayonnement lumineux 25_1, 25_2, 25_3 la photocathode émet des électrons qui sont captés par la première électrode extrême 20. Sous l'influence du courant électrique ainsi créé, le potentiel de l'électrode centrale 22 varie et le champ électrique de déflexion entre les électrodes 21 et 22 varie également, ce qui permet de défléchir le faisceau d'électrons e_f.

La figure 2B représente une autre disposition des éléments d'un photodéviateur à 3 électrodes. La première électrode extrême 20 est portée à un potentiel négatif GND, la seconde électrode extrême 21 est portée à un potentiel positif HT, et l'électrode centrale 22 est portée à un potentiel intermédiaire, étant reliée au potentiel positif HT par une impédance de charge Z. Le faisceau d'électrons e_f transite entre les électrodes 21 et 22. La photocathode est déposée sur l'électrode négative 20 face à l'électrode centrale 22 qui est à un potentiel plus positif. Le même mécanisme que précédemment se produit pour défléchir le faisceau.

Dans des autres réalisations l'électrode centrale peut être portée à un potentiel inférieur ou supérieur aux potentiels des première et seconde électrodes extrêmes, avec la photocathode déposée sur l'électrode la plus négative des électrodes 20 et 22.

La figure 3 représente un photodéviateur à 2 électrodes. Le faisceau d'électrons e_f et les charges électriques e_p se déplacent dans le même espace interélectrode. La photocathode 24 est déposée sur l'électrode 22 qui est reliée au potentiel négatif GND par l'impédance Z. Dans ce cas la tension continue de polarisation entre la photocathode et l'électrode positive entraîne que le faisceau d'électrons e_f est fortement dévié au repos. Cette déviation au repos doit être compensée par des moyens de corrections :

- soit en inclinant à priori le faisceau d'électrons avant son entrée dans le photodéviateur,
- soit en plaçant un second déviateur électrostatique agissant en sens opposé et placé soit en amont, soit en aval du photodéviateur,
- soit en utilisant un déviateur magnétique convenablement disposé pour que la trace du faisceau vienne se former à l'endroit désiré sur l'écran.

La figure 4A représente le schéma électrique du principe d'un photodéviateur muni d'une photodiode. La photodiode 40 est reliée d'une part à un potentiel positif V_p (inférieur à la haute tension HT dans le cas d'une photocathode) et d'autre part à l'électrode centrale 22 reliée à la masse à travers une impédance Z. Le faisceau d'électrons e_f transite entre l'électrode centrale 22 et la seconde électrode extrême 21 portée à un potentiel négatif. La figure 4B représente un schéma de réalisation. La photodiode est formée d'une pièce de silicium

41 placée entre la première électrode extrême 20 portée à un potentiel positif et l'électrode centrale 22. Pour capter le rayonnement lumineux 25_1, 25_2 l'une au moins des électrodes doit être transparente.

La figure 5A représente un schéma électrique d'un photodéviateur distribué. Il comprend une première électrode extrême 20 portée à un potentiel positif, une seconde électrode extrême 21 portée à un potentiel négatif et une pluralité d'électrodes centrales 22_1 à 22_6. Chacune de ces électrodes centrales porte une photocathode telle que 24_1 pour l'électrode 22_1. Chaque électrode centrale est reliée au potentiel négatif par une impédance 2.

La figure 5B représente le trajet optique suivi par le rayonnement lumineux 50. Il commence par frapper la première photocathode 24_1. Une partie du rayonnement est absorbée et génère des électrons (charges électriques e_p) qui agissent sur le potentiel de l'électrode centrale 22_1 selon les mécanismes déjà exposés. L'autre partie du rayonnement est réfléchi vers la première électrode extrême 20 qui le renvoie à son tour vers la seconde photocathode et ainsi de suite. Le rayonnement lumineux est ainsi absorbé après son action sur quelques photocathodes. Pour conserver au photodéviateur distribué tout son intérêt il est souhaitable de répartir l'absorption du rayonnement lumineux entre toutes les photocathodes concernées sans privilégier les premières en adaptant leur taux d'absorption.

Mais pour que les actions de tous les photodéviateurs individuels soient en phase, il est nécessaire de déterminer la distance d séparant deux photodéviateurs individuels consécutifs pour adapter le chemin optique, suivi par le rayonnement lumineux entre deux photocathodes consécutives, à la distance séparant une photocathode (par exemple 24_1) de la première électrode extrême 20. La vitesse des électrons étant de :

$$v(m/s) = (2e.V/m)^{1/2} = 5{,}932.10^5.(V)^{1/2}$$

où

e est la charge électrique,

m la masse de l'électron,

V le potentiel appliqué,

les distances d entre les photocathodes sont ainsi déterminées en fonction du potentiel appliqué.

Pour allonger le chemin optique il est possible d'utiliser non pas la première électrode extrême 20 mais des réflecteurs latéraux tel que cela est représenté sur les figures 6A et 6B.

Pour allonger le chemin optique suivi par le rayonnement lumineux il est également possible de réaliser un photodéviateur distribué selon la figure 5C. Chaque électrode centrale 22_1- 22_6 est reliée au potentiel négatif par une impédance Z (voir figure 5A). La photocathode 24 est dans ce cas déposée sur un support transparent 53 qui reçoit au préalable la première électrode extrême 20 semi-transparente portée à un potentiel négatif. Le faisceau d'électrons e_f transite entre ces électrodes centrales et la seconde électrode extrême 21 portée à un potentiel positif. Ainsi le rayonnement lumineux traverse le support transparent 53 et l'électrode semi-transparente 20, est absorbé partiellement et se réfléchit sur la photocathode 24, retraverse les mêmes éléments et vient se réfléchir à nouveau sur un réflecteur 55. Les mécanismes successifs de réflexion se produisent ensuite de la même manière que précédemment. Dans ce cas le chemin optique peut être adapté à la distance d en positionnant le réflecteur 55.

Il est également possible de modifier le schéma de la figure 5C en faisant que le support transparent 53 soit suffisamment épais pour que le rayonnement lumineux ne quitte pas le support 53 par la face 56 dans la direction du réflecteur 55, tout en ayant un chemin optique assez long (figure 5D). La réflexion peut s'effectuer soit sur le réflecteur 55 lorsqu'un tel réflecteur est accolé au support 53, soit sans réflecteur 55 sur la face 56 elle-même par réflexion totale. Les épaisseurs et les positionnements de ces différents éléments dépendent des caractéristiques de rapidité que l'on désire donner au photodéviateur distribué.

Les figures 6A, 6B représentent un exemple de réalisation d'un photodéviateur selon le schéma de la figure 5B mais avec des réflecteurs latéraux 61, 62.

Le rayonnement lumineux 50 arrive dans une direction très différente de la direction de propagation du faisceau d'électrons e_f sur la première photocathode 24_1, déposée sur la première électrode centrale 22_1, est partiellement absorbé et génère des charges électriques e_p qui sont captées par la première électrode extrême 20. L'autre partie du rayonnement lumineux est réfléchie sur le réflecteur latéral 61 qui renvoie le rayonnement vers la seconde photocathode. A chaque photocathode, le rayonnement qui n'est pas absorbé est ainsi réfléchi vers la photocathode suivante, alternativement par l'un et l'autre réflecteur latéral. La figure 6B représente une vue de dessus du photodéviateur de la figure 6A où les électrodes extrêmes ont été omises pour ne pas alourdir le dessin. Les mêmes éléments sont représentés avec les mêmes repères.

Sur la figure 5A les électrodes centrales 22_1 à 22_6 constituent des surfaces conductrices indépendantes reliées chacune par une impédance Z au potentiel négatif GND. Le potentiel électrique de chaque électrode centrale est ainsi asservi aux charges électriques e_p qui sont créées par chaque photocathode. Il est possible de réaliser de différentes manières cette pluralité d'électrodes centrales conductrices. Les figures 7A et 7B représentent un exemple de réalisation. Pour cela on utilise un support isolant 70 sur lequel sont placées les

électrodes centrales 22_1 à 22_6 isolément et consécutivement dans la direction de propagation du faisceau d'électrons e_f. Chaque électrode centrale traverse le support isolant 70 de sorte qu'elle apparaît sur les deux faces du support. La face supérieure (sur la figure 7B) reçoit la photocathode et la face inférieure sert à défléchir le faisceau. Chaque photocathode (par exemple 24_1) est reliée par une impédance Z (par exemple 71_1) au potentiel négatif GND. Les électrodes conductrices ainsi que les impédances Z peuvent être réalisées par les technologies classiques de couches minces ou de couches épaisses. Les photocathodes sont déposées par les méthodes habituelles.

Les autres dispositions décrites avec les photocathodes déposées sur les électrodes négatives peuvent utiliser les mêmes méthodes de réalisation.

La figure 8 représente un exemple de réalisation d'un tube à rayons cathodiques muni d'un photodéviateur à 3 électrodes selon l'invention. On retrouve les éléments essentiels déjà décrits sur la figure 1 mais un des déviateurs est ici remplacé par un photodéviateur.

Le tube à rayons cathodiques est représenté formé de deux enceintes à vide indépendantes 10 et 80.

L'enceinte 80 est formée d'une ampoule vide d'air. Elle contient la première électrode extrême 20 et l'électrode centrale 22_a munie de la photocathode 24. Ainsi cette enceinte 80 peut être traitée indépendamment pour tous les processus de formation de la photocathode qui autrement pourrait recevoir une légère pollution des autres parties du tube à rayons cathodiques. L'enceinte 80 peut recevoir la fenêtre qui sert à y introduire le rayonnement lumineux.

L'enceinte 10 est munie de la seconde électrode extrême 21 ainsi que d'une autre électrode centrale 22_b qui est accessible de l'extérieur. Ainsi lors du montage, les électrodes centrales 22_a et 22_b sont reliées électriquement entre elles (par exemple soudées) et constituent l'électrode centrale unique 22 du photodéviateur. L'électrode centrale 22_b de l'enceinte à vide 10 peut être placée dans une partie rentrante de l'enceinte à vide 10 afin de réduire la distance qui la sépare du faisceau d'électrons e_f, et donc les capacités, et faciliter le positionnement de l'enceinte à vide 80.

Bien évidemment il est possible de ne pas adopter cette constitution à deux enceintes séparées et de placer tous les éléments dans l'enceinte à vide 10. Les modes de réalisation du photodéviateur décrits précédemment peuvent être montés dans un tube à rayons cathodiques selon des principes analogues accessibles à l'homme de métier sans sortir du cadre de l'invention.

Un tel tube peut être utilisé pour réaliser un oscilloscope.

Revendications

1. Tube à rayons cathodiques, muni de moyens de déflexion électrostatique du trajet d'un faisceau d'électrons e_f issus d'une source d'électrons caractérisé en ce que lesdits moyens de déflexion comprennent au moins un photodéviateur électrostatique incluant un photodétecteur qui, sous l'action d'un rayonnement lumineux incident, créé des charges électriques e_p qui modifient le champ électrique de déflexion du photodéviateur.

2. Tube selon la revendication 1 caractérisé en ce que le photodéviateur comprend une première et seconde électrode extrême entre lesquelles une électrode centrale est intercalée, un premier espace, où transite le faisceau d'électrons e_f, étant délimité par l'électrode centrale et la seconde électrode extrême, et un second espace, qui renferme le photodétecteur, étant délimité par l'électrode centrale et la première électrode extrême.

3. Tube selon la revendication 2 caractérisé en ce que le photodétecteur est une photocathode déposée sur l'électrode la plus négative des électrodes délimitant le second espace, les charges électriques e_p se déplaçant de la photocathode vers l'électrode positive et le faisceau d'électrons e_f traversant le premier espace dans une direction sensiblement perpendiculaire.

4. Tube selon les revendications 2 ou 3 caractérisé en ce que la première électrode extrême est portée à un potentiel négatif, la seconde électrode extrême est portée à un potentiel positif et l'électrode centrale est portée à un potentiel intermédiaire.

5. Tube selon la revendication 2 ou 3 caractérisé en ce que la première électrode extrême est portée à un potentiel positif, la seconde électrode extrême est portée à un potentiel négatif, et l'électrode centrale est portée à un potentiel intermédiaire.

6. Tube selon les revendications 2 ou 3 caractérisé en ce que l'électrode centrale est portée à un potentiel supérieur aux potentiels des première et seconde électrodes extrêmes.

7. Tube selon les revendications 2 ou 3 caractérisé en ce que l'électrode centrale est portée à un potentiel inférieur aux potentiels des première et seconde électrodes extrêmes.

8. Tube selon la revendication 1 caractérisé en ce que le photodéviateur est à 2 électrodes réunies respectivement à un potentiel positif et négatif, une photocathode étant déposée sur la face de l'électrode négative dirigée vers l'électrode positive, l'électrode négative étant réunie au potentiel négatif GND par une impédance Z, les charges électriques e_p se déplaçant de la photocathode vers l'électrode positive et le faisceau d'électrons traversant le même espace interélectrode dans une direction sensiblement perpendiculaire.

9. Tube selon la revendication 8 caractérisé en ce que la déviation au repos du trajet du faisceau d'électrons e_f est compensée par des moyens de corrections.

10. Tube selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le photodétecteur est une photodiode.

11. Tube selon la revendication 10 dans la mesure où elle dépend de la revendication 2 caractérisé en ce que la photodiode est constituée d'une pièce de silicium placée entre l'électrode extrême positive et l'électrode centrale, le faisceau d'électrons e_f traversant l'espace délimité par l'électrode centrale et l'électrode extrême négative.

12. Tube selon une des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que le faisceau d'électrons e_f est défléchi par la combinaison d'un signal électrique appliqué sur au moins une des électrodes avec un signal optique appliqué sur le photodétecteur.

13. Tube selon une des revendications 2 à 12 caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes est transparente pour transmettre le rayonnement lumineux au photodétecteur.

14. Tube selon la revendication 13 caractérisé en ce que l'électrode transparente est constituée d'une grille à mailles serrées.

15. Tube selon une des revendications 1 à 14 caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs photodéviateurs formant un photodéviateur distribué le long du trajet du faisceau d'électrons e_f, le rayonnement lumineux étant successivement dévié d'une photocathode ou d'une photodiode à la suivante à l'aide de réflecteurs.

16. Tube selon la revendication 15 caractérisé en ce que les distances qui séparent les photocathodes ou les photodiodes des réflecteurs d'une part, et les distances qui séparent deux électrodes centrales consécutives d'autre part, sont déterminées pour assurer une action synchronisée sur le faisceau d'électrons e_f.

17. Tube selon une des revendications 1 à 7 ou selon une des revendications 10 à 16 dans la mesure où elle dépend des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comprend une première enceinte à vide qui comprend le photodéviateur et une seconde enceinte à vide solidaire de la première qui comprend les autres éléments du tube.

18. Tube selon la revendication 17 caractérisé en ce que, préalablement à son montage, la première enceinte à vide forme un élément indépendant.

19. 19. Oscilloscope caractérisé en ce qu'il comprend un tube à rayons cathodiques selon une des revendications 1 à 18.

Patentansprüche

1. Kathodenstrahlröhre mit Mitteln zum elektrostatischen Ablenken eines Elektronenbündels e_f aus einer Elektronenquelle, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkmittel zum elektrostatischen Ablenken wenigstens eine elektrostatische Photoablenkeinheit mit einem Photodetektor enthalten, der unter Einwirkung einer einfallenden Lichtstrahlung elektrische Ladungen e_p erzeugt, die das elektrische Ablenkfeld der

Photoablenkeinheit ändern.

2. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Photoablenkeinheit eine erste und eine zweite äußere Elektrode enthält, zwischen denen eine Mittelelektrode eingeschaltet ist, wobei ein erster Raum, den das Elektronenbündel e_f durchquert, von der Mittelelektrode und von der zweiten äußeren Elektrode begrenzt wird, und ein zweiter Raum, in dem sich der Photodetektor befindet, von der Mittelelektrode und von der ersten äußeren Elektrode begrenzt wird.

3. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Photodetektor eine Photokathode auf der negativsten der den zweiten Raum abgrenzenden Elektroden ist, die elektrischen Ladungen e_p von der Photokathode nach der positiven Elektrode gehen und das Elektronenbündel e_f den ersten Raum in einer im wesentlichen senkrechten Richtung durchquert.

4. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste äußere Elektrode ein negatives Potential führt. die zweite äußere Elektrode ein positives Potential führt und die Mittelelektrode ein Zwischenpotential führt.

5. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste äußere Elektrode ein positives Potential führt. die zweite äußere Elektrode ein negatives Potential führt und die Mittelelektrode ein Zwischenpotential führt.

6. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelelektrode ein höheres oder niedrigeres Potential als die Potentiale der ersten und zweiten äußeren Elektroden führt.

7. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelelektrode ein niedrigeres Potential führt als die Potentiale der ersten und zweiten äußeren Elektroden.

8. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Photoablenkeinheit 2 Elektroden enthält, die ein positives bzw. ein negatives Potential führen, wobei die Photokathode auf der der positiven Elektrode zugewandten Fläche der negativen Elektrode angeordnet ist, die negative Elektrode durch eine Impedanz Z mit dem negativen Potential GND verbunden ist, die elektrischen Ladungen e_p sich von der Photokathode nach der positiven Elektrode begeben und das Elektronenbündel denselben Zwischenelektrodenraum in einer im wesentlichen senkrechten Richtung durchquert.

9. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkung des Weges des Elektronenbündels e_f im Ruhezustand mittels Korrekturmittel ausgeglichen wird.

10. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Photodetektor eine Photodiode ist.

11. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 10, sofern sie vom Anspruch 2 abhängig ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Photodiode aus einem Siliziumstück besteht, das zwischen der äußeren positiven Elektrode und der Mittelelektrode angebracht ist, wobei das Elektronenbündel e_f den von der Mittelelektrode und von der äußeren negativen Elektrode abgegrenzten Raum durchquert.

12. Kathodenstrahlröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektronenbündel e_f durch die Kombination eines an wenigstens eine der Elektroden angelegten Signals mit einem dem Photodetektor zugeführten optischen Signal abgelenkt wird.

13. Kathodenstrahlröhre nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Elektroden zum Durchlassen der Lichtstrahlung nach dem Photodetektor transparent ist.

14. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die transparente Elektrode aus einer engmaschigen Gitter zusammengesetzt ist.

15. Kathodenstrahlröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Photoablenkeinheiten enthält, die eine verteilte Photoablenkeinheit auf dem Weg des Elektronenbündels e_f bilden, wobei die Lichtstrahlung von einer Photokathode oder einer Photodiode nach der folgenden mit Hilfe von Reflektoren weitergeleitet wird.

16. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände, die die Photokathoden oder die Photodioden von den Reflektoren einerseits trennen, und die Abstände, die zwei aufeinanderfolgenden Mittelelektroden voneinander trennen, zum Gewährleisten einer synchronisierten Wirkung auf das Elektronenbündel e_f bestimmt werden.

17. Kathodenstrahlröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 7 oder nach einem der Ansprüche 10 bis 16, sofern er von den Ansprüchen 1 bis 7 abhängig ist, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen ersten Vakuumraum, der die Photoablenkeinheit enthält, und einen zweiten mit dem ersten verbundenen Vakuumraum enthält, der die anderen Bauelemente der Röhre enthält.

18. Kathodenstrahlröhre nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Zusammenbau der erste Vakuumraum ein unabhängiges Element darstellt.

19. Oszillograph, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Kathodenstrahlröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 18 enthält.

Claims

1. A cathode ray tube comprising electrostatic deflection means for deflecting the path of an electron beam e_f issuing from an electron source, characterized in that the said deflection means comprise at least an electrostatic photodeflector including a photodetector which under the action of an incident light radiation creates electric charges e_p which modify the electric deflection field of the photodeflector.

2. A tube as claimed in Claim 1, characterized in that the photodeflector comprises a first and a second outer electrode between which a central electrode is interposed, a first space through which the electron beam e_f passes being defined by the central electrode and the second outer electrode, and a second space which comprises the photodetector being defined by the central electrode and the first outer electrode.

3. A tube as claimed in Claim 2, characterized in that the photodetector is a photocathode deposited on the electrode which is the most negative of the electrodes defining the second space, the electric charges e_p moving from the photocathode towards the positive electrode and the electron beam e_f traversing the first space in a substantially perpendicular direction.

4. A tube as claimed in Claim 2 or 3, characterized in that the first outer electrode is brought to a negative potential, the second outer electrode is brought to a positive potential and the central electrode is brought to an intermediate potential.

5. A tube as claimed in Claim 2 or 3, characterized in that the first outer electrode is brought to a positive potential, the second outer electrode is brought to a negative potential, and the central electrode is brought to an intermediate potential.

6. A tube as claimed in Claim 2 or 3, characterized in that the central electrode is brought to a potential which is higher than the potentials of the first and the second outer electrodes.

7. A tube as claimed in Claim 2 or 3, characterized in that the central electrode is brought to a potential which is lower than the potentials of the first and the second outer electrodes.

8. A tube as claimed in Claim 1, characterized in that the photodeflector comprises 2 electrodes which are brought to respectively a positive and negative potential, a photocathode being deposited on the face of the negative electrode directed towards the positive electrode, the negative electrode being brought to the negative potential GND via an impedance Z, the electric charges e_p moving from the photocathode towards the positive electrode and the electron beam traversing the same interelectrode space in a substantially perpendicular direction.

9. A tube as claimed in Claim 8, characterized in that the deflection in the quiescent state of the path of the electron beam e_f is compensated for by correction means.

10. A tube as claimed in Claim 1 or 2, characterized in that the photodetector is a photodiode.

11. A tube as claimed in Claim 10, in so far as Claim 10 depends on Claim 2, characterized in that the photodiode is constituted by a silicon piece located between the positive outer electrode and the central electrode, the electron beam e_f traversing the space defined by the central electrode and the negative outer electrode.

12. A tube as claimed in any one of the Claims 1 to 11, characterized in that the electron beam e_f is deflected by the combination of an electric signal applied to at least one of the electrodes and an optical signal applied to the photodetector.

13. A tube as claimed in any one of the Claims 2 to 12, characterized in that at least one of the electrodes is transparent to transmit the light radiation to the photodetector.

14. A tube as claimed in Claim 13, characterized in that the transparent electrode is constituted by a close-meshed grid.

15. A tube as claimed in any one of the Claims 1 to 14, characterized in that it comprises several photodeflectors forming a distributed photodeflector along the path of the electron beam e_f, the light radiation being successively deflected from one photocathode or one photodiode to the next by means of reflectors.

16. A tube as claimed in Claim 15, characterized in that the distances which separate the photocathodes or the photodiodes from the reflectors on the one hand, and the distances which separate two consecutive central electrodes on the other hand are chosen so as to ensure a synchronized action on the electron beam e_f.

17. A tube as claimed in any one of the Claims 1 to 7 or 10 to 16 in so far as any one of Claims 10 to 16 depends on Claims 1 to 7, characterized in that it comprises a first evacuated space which comprises the photodeflector and a second evacuated space formed integrally with the first space and which comprises the other elements of the tube.

18. A tube as claimed in Claim 17, characterized in that prior to assembly the first evacuated space forms an independent element.

19. An oscilloscope, characterized in that it comprises a cathode ray tube as claimed in any of the Claims 1 to 18.

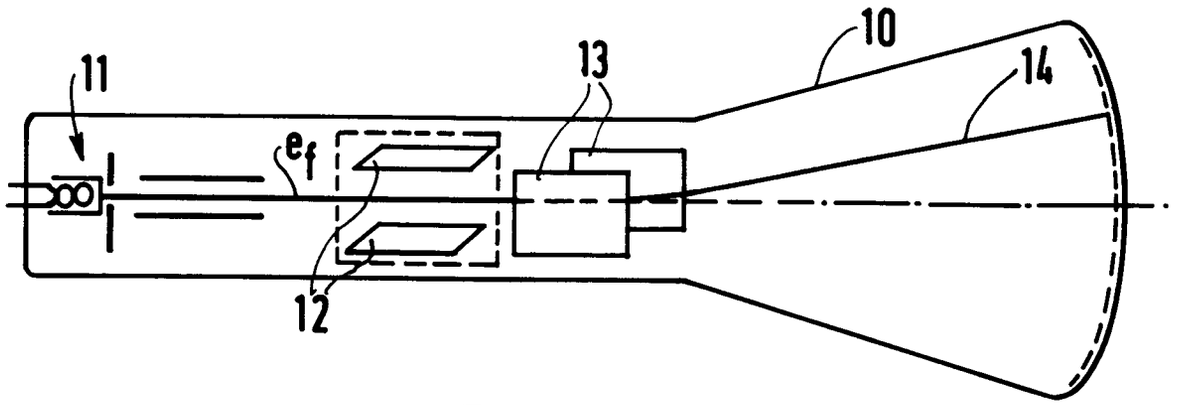


FIG.1

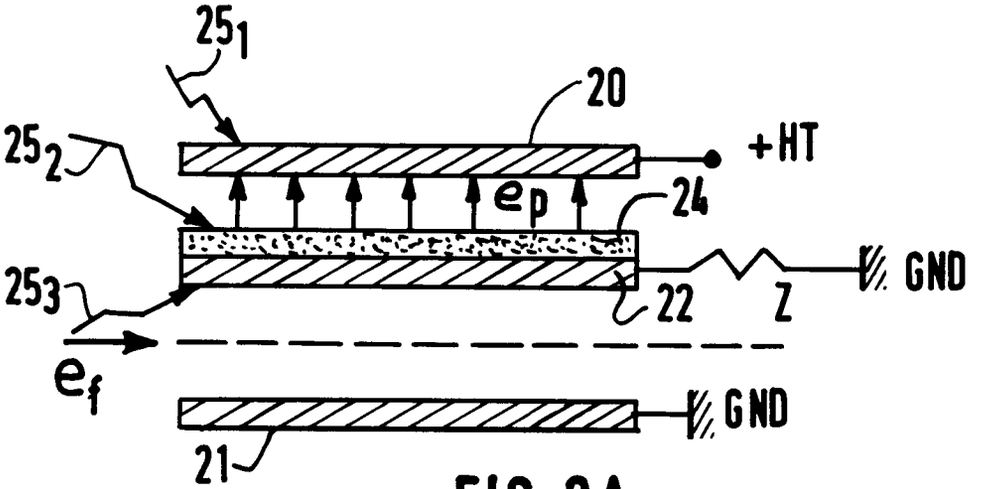


FIG.2A

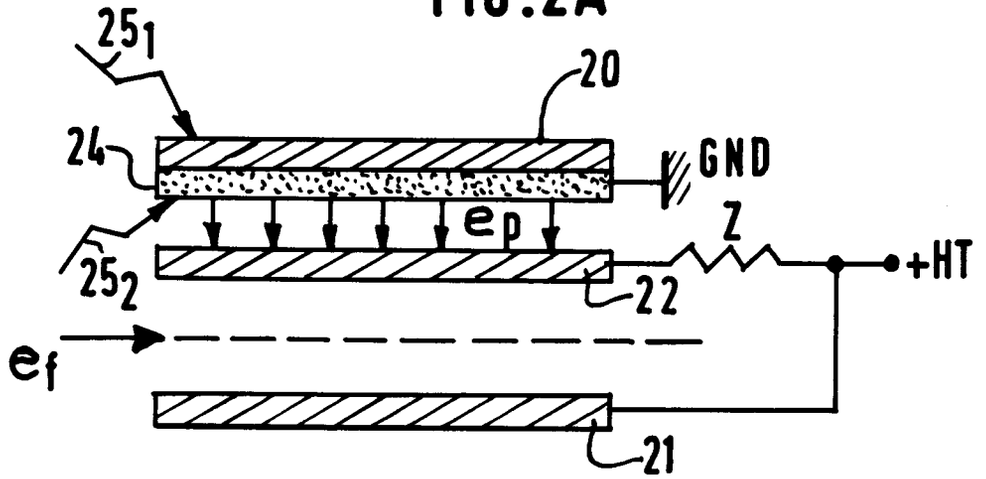


FIG.2B

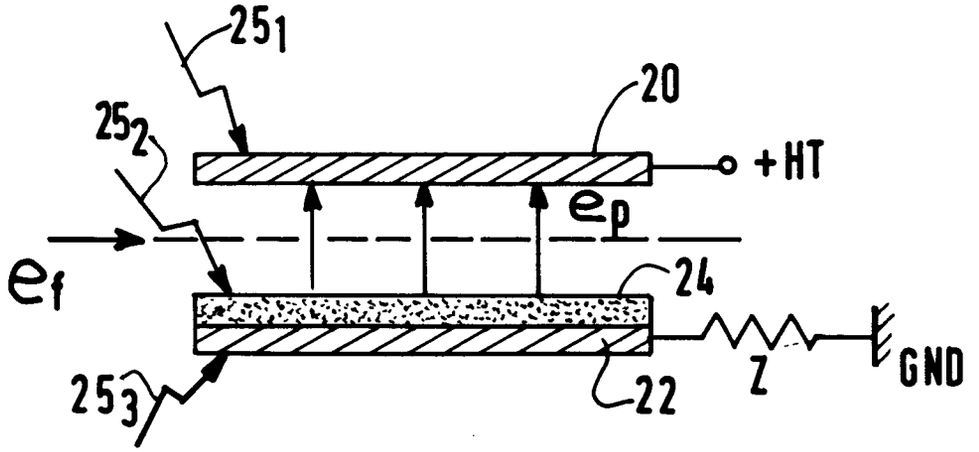


FIG.3

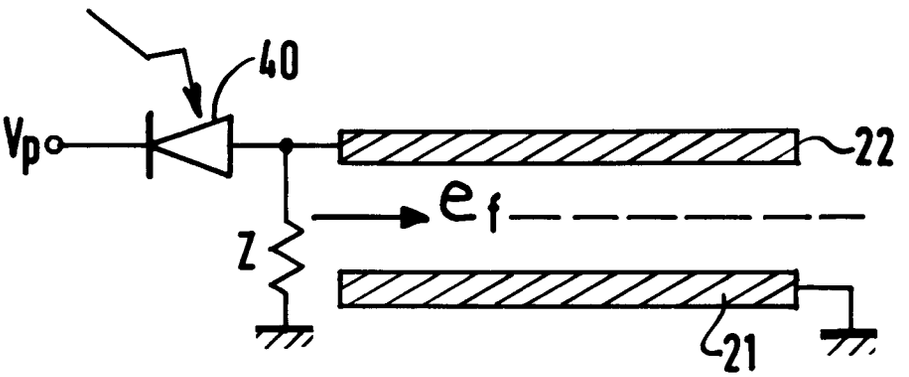


FIG.4A

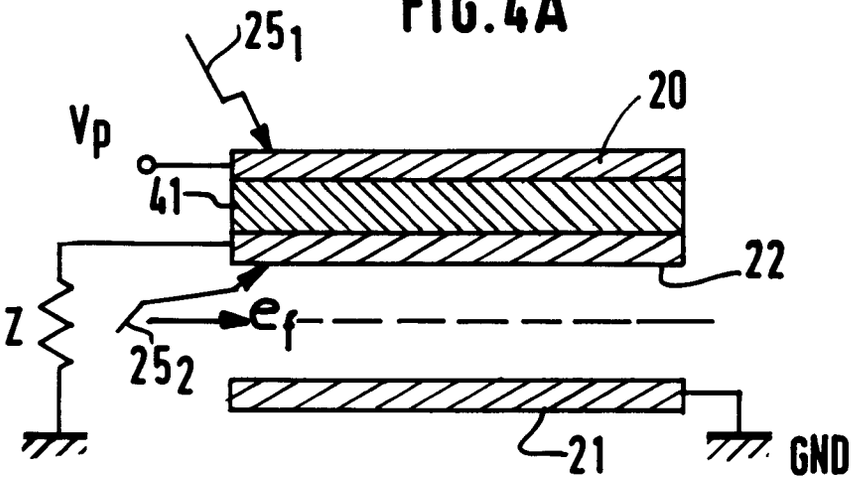


FIG.4B

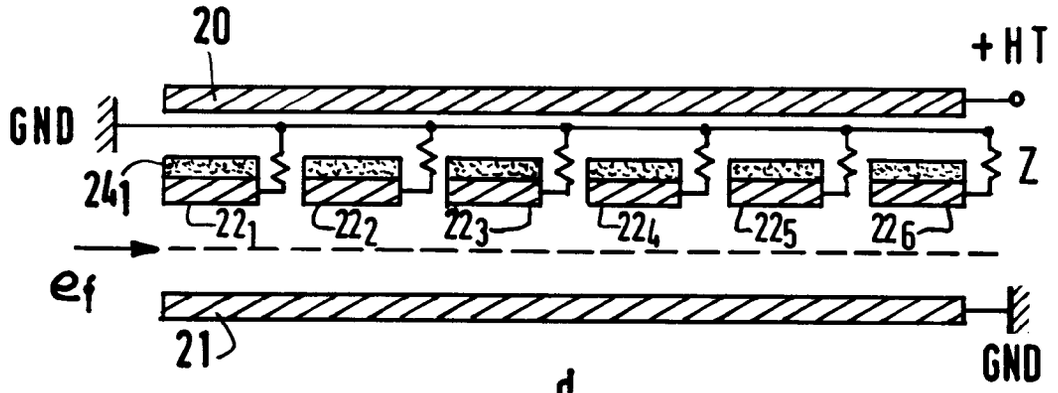


FIG.5A

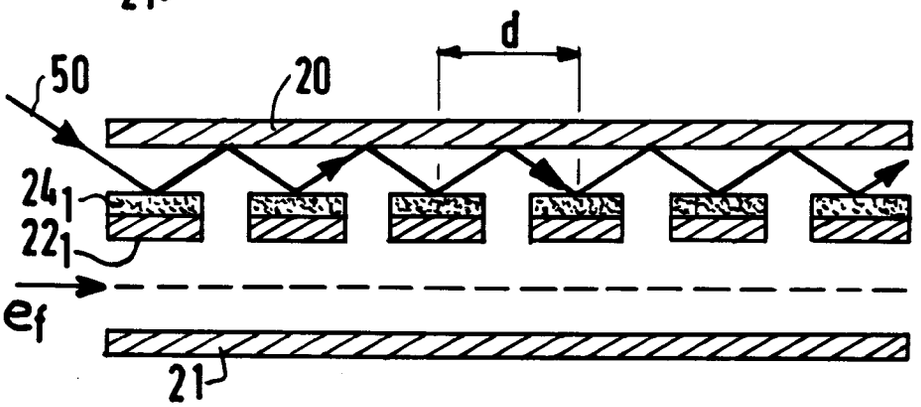


FIG.5B

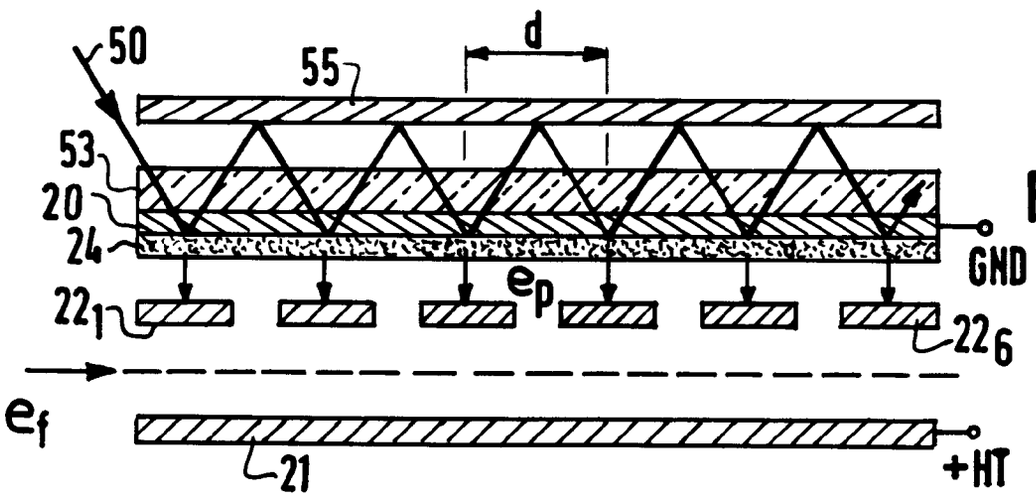


FIG.5C

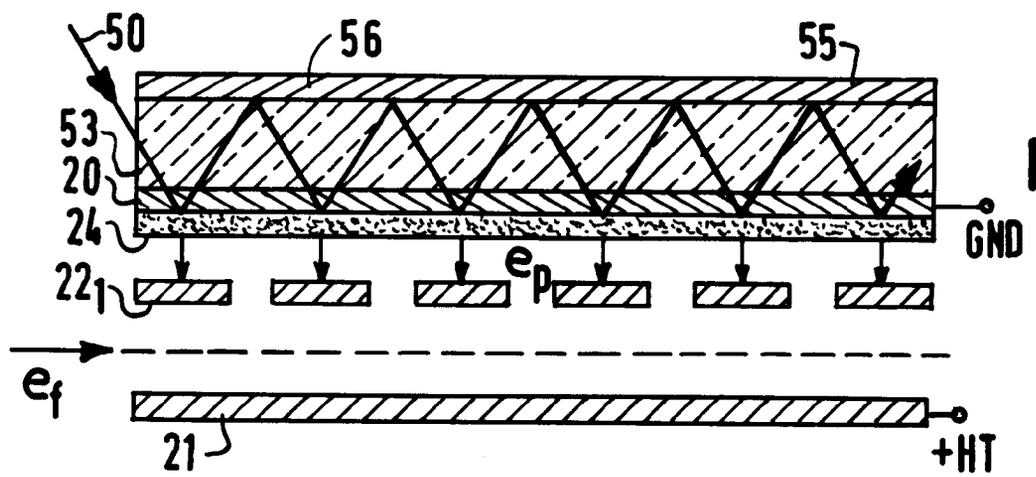


FIG.5D

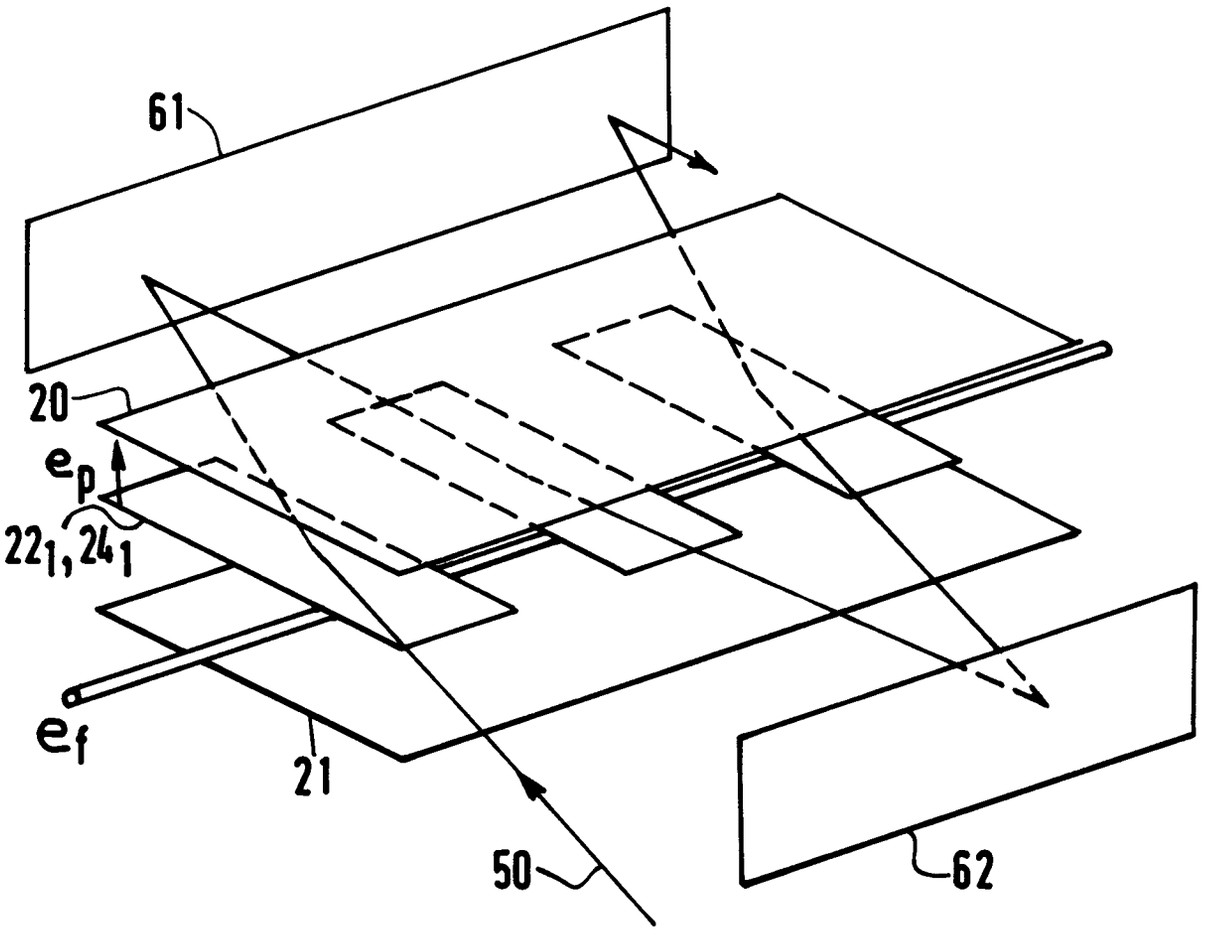


FIG.6A

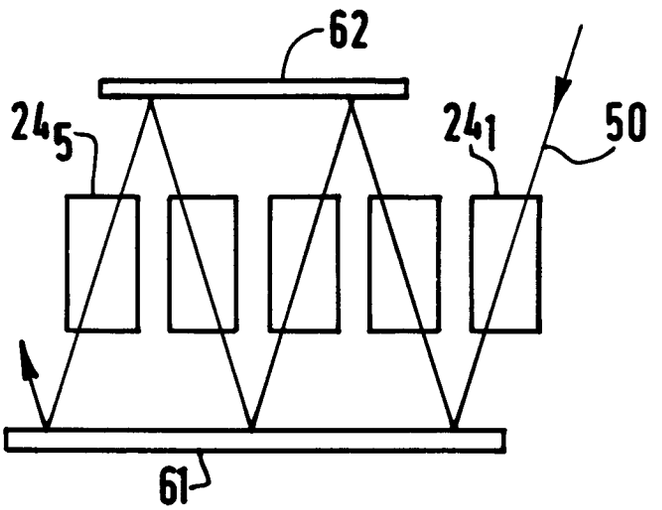


FIG.6B

FIG.7A

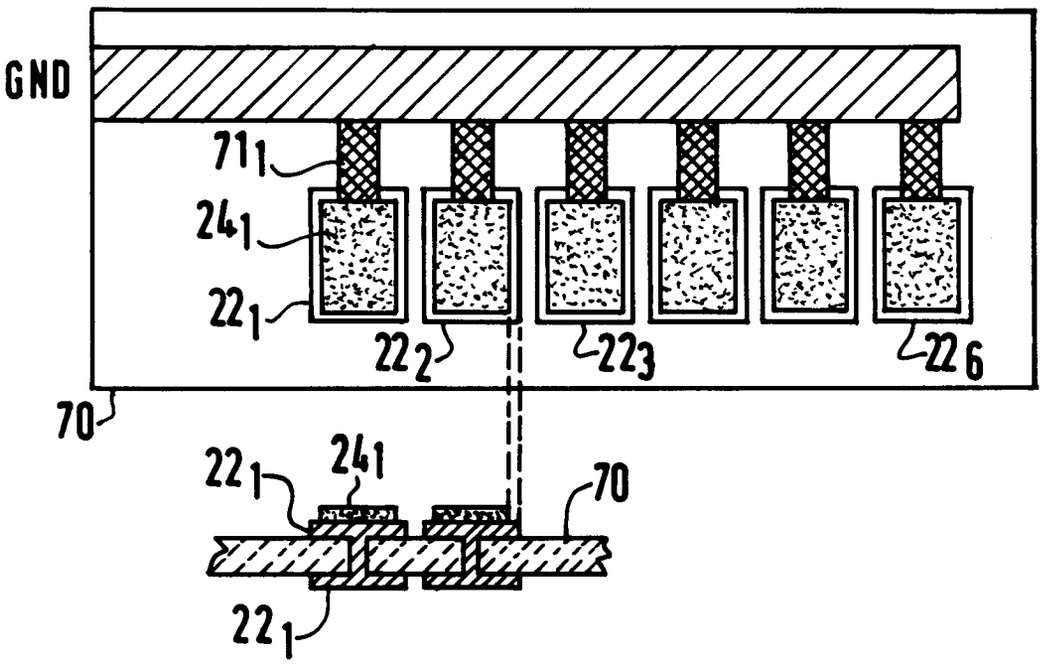


FIG.7B

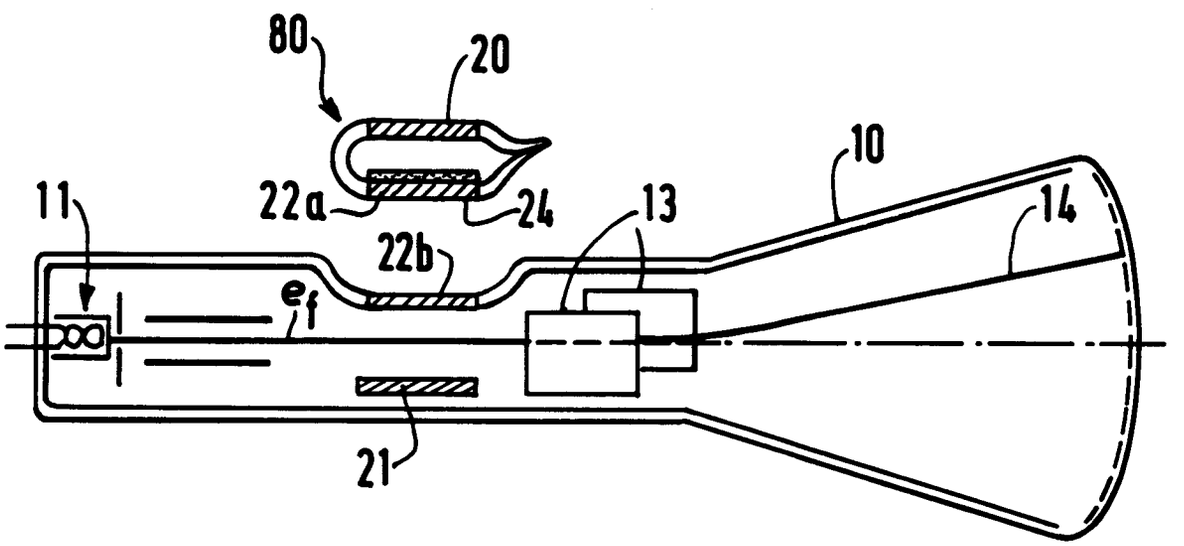


FIG.8