

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

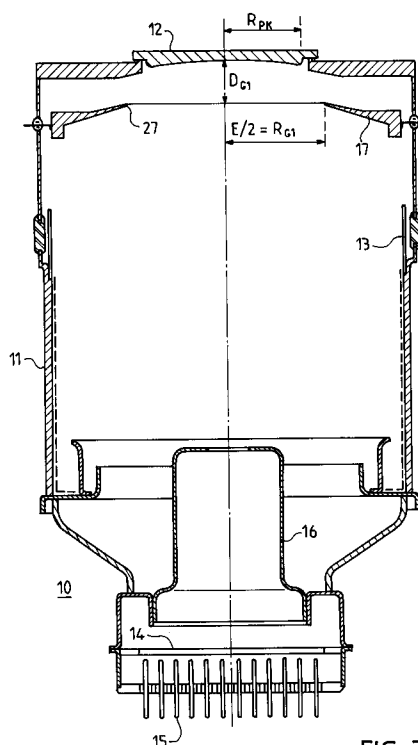
0 540 093 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN(21) Numéro de dépôt: **92203249.5**(51) Int. Cl.⁵: **H01J 31/50, H01J 31/26**(22) Date de dépôt: **22.10.92**(30) Priorité: **30.10.91 FR 9113403**(43) Date de publication de la demande:
05.05.93 Bulletin 93/18(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB(71) Demandeur: **LABORATOIRES
D'ELECTRONIQUE PHILIPS
22, Avenue Descartes
F- 94450 Limeil- Brévannes(FR)**(84) **FR**(71) Demandeur: **N.V. Philips'
Gloeilampenfabrieken
Groenewoudseweg 1****NL- 5621 BA Eindhoven(NL)**(84) **DE GB**(72) Inventeur: **Dreano, Jean, Société Civile
S.P.I.D.****156, Boulevard Haussmann
F- 75008 Paris(FR)**Inventeur: **Boyer, Jean- Philippe, Société
Civile S.P.I.D****156, Boulevard Haussmann
F- 75008 Paris(FR)**(74) Mandataire: **Landousy, Christian et al
Société Civile S.P.I.D. 156, Boulevard
Haussmann
F- 75008 Paris (FR)**(54) **Tube- image à obturateur électrostatique et dispositif de prise de vue.**

(57) Tube - image (10) à obturateur électrostatique muni de moyens d'obturation (17) entre une source d'électrons (12) et des moyens (13) de focalisation et d'accélération, un flux d'électrons se propageant à travers un réseau d'équipotentiels pour former une image sur une cible (14). Les moyens d'obturation sont constitués d'une électrode annulaire (17) se confondant avec une équipotentielle.

Des moyens de déflexion (20) et un séquenceur (21) permettent de déplacer sur la cible (14) une suite d'images de petites dimensions qui y sont stockées temporairement.

**FIG. 3****EP 0 540 093 A1**

L'invention concerne un tube-image à obturateur électrostatique comprenant :

- une source d'électrons émettant un flux d'électrons en réponse à une image photographique incidente, le flux d'électrons se propageant dans le tube à travers un réseau d'équipotentielles,
- des moyens de focalisation et d'accélération desdits électrons,
- des moyens d'obturation situés entre la source d'électrons et les moyens de focalisation et d'accélération pour interrompre le flux d'électrons,
- une cible sur laquelle le flux d'électrons inscrit une image finale.

Elle concerne également un dispositif de prise de vue muni d'un tel tube-image.

Dans le domaine de la prise de vue d'images, il est généralement nécessaire de pouvoir interrompre ou établir la prise de vue sur une durée très courte. Soit que cela dépende de la création d'une suite d'images évoluant rapidement, soit que la cible nécessite un tel fonctionnement.

Ceci est par exemple l'objet du brevet US 4 528 447 qui décrit un tube obturateur électrostatique muni de paires de plaques de déflexion orthogonales. Une électrode d'obturation G1 est réalisée sous forme d'un cylindre muni d'une grille. Elle est placée entre une photocathode et une électrode de focalisation G2. La photocathode, qui reçoit l'image incidente à détecter, possède une surface courbe. L'électrode d'obturation G1 cylindrique a une longueur sensiblement égale à son rayon. Face à la photocathode, de minces fils métalliques régulièrement espacés épousent la forme d'une calotte sphérique pratiquement identique à celle constituée par la photocathode concave. Une telle grille constitue une difficulté de réalisation.

Lors du fonctionnement en obturateur "ouvert", les champs électriques E_1 et E_2 de part et d'autre des fentes définies par les espaces inter-fils doivent être égaux afin de ne pas créer des micro-lentilles unidirectionnelles qui affecteraient gravement la qualité de l'image finale. C'est l'ajustement du potentiel V_{G1} de l'électrode G1 qui permet de satisfaire la condition $E_1 = E_2$ car en pratique le potentiel V_{G2} de l'électrode G2 est imposé par les conditions de focalisation. Le potentiel de G1 qui est positif par rapport à la photocathode en fonctionnement ouvert, devient légèrement négatif pour refouler les photoélectrons émis avec une certaine vitesse initiale en fonctionnement fermé. Dans cette fonction d'obturation, l'électrode G2 n'intervient pas car elle est loin de la photocathode et est fortement blindée par l'électrode G1 relativement volumineuse, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de modifier le potentiel de G2 pour améliorer la sensibi-

lité d'obturation.

De plus, la présence de fils de grille peut soulever un problème de réalisation de la photocathode lorsque celle-ci est réalisée "in situ". En effet, la grille constitue un léger masque vis-à-vis de l'évaporation des constituants Sn, Cs, K destinés à former la photocathode. Par ailleurs, ces fils peuvent être le siège d'émissions parasites en cours de fonctionnement du tube.

Le but de l'invention est de pallier ces difficultés afin de définir un tube-image à obturateur électrostatique qui soit plus facile à industrialiser et qui permette d'utiliser des courants instantanés de commande de l'obturation plus faibles donc plus faciles à maîtriser. Ce but est atteint à l'aide d'un tube-image muni de moyens d'obturation qui comprennent une électrode d'obturation de type annulaire qui possède une ouverture centrale E à travers laquelle transite le flux d'électrons, ladite électrode autour de l'ouverture centrale E ayant une bordure d'une faible épaisseur et d'une forme se confondant sensiblement avec une partie d'une desdites équipotentielles pour qu'en transmission l'électrode d'obturation ne perturbe pas par sa présence le réseau d'équipotentielles.

Par le mot "bordure", il faut comprendre une partie, proche du centre de l'électrode, qui peut représenter la moitié de l'électrode, la partie externe, proche de l'enveloppe du tube, étant déterminée par des impératifs mécaniques de fixation et électriques pour l'isolement électrique.

On donne à l'électrode d'obturation la forme qu'aurait l'équipotentielle pour un tube identique non muni d'une électrode d'obturation. Son épaisseur doit donc être très faible. De la sorte, la transmission du flux d'électrons n'est pas altérée. Les électrons transitent à travers l'ouverture centrale qui n'est pas obstruée par un réseau de fils métalliques.

La forme de l'électrode doit être très soignée. En effet, il ne s'agit pas de transmettre un mince faisceau électronique mais la totalité d'une image à deux dimensions. Il n'est donc pas acceptable que des dégradations sous forme de distorsions apparaissent en particulier sur les contours de l'image. Idéalement, l'électrode devrait avoir une épaisseur quasiment nulle. Ceci n'étant pas possible en pratique, un compromis consiste à lui donner une épaisseur très faible (par exemple inférieure à sensiblement 0,2 mm) sur le bord de l'ouverture centrale en acceptant une épaisseur progressivement plus grande en se rapprochant de la périphérie du tube.

C'est la face de l'électrode qui fait face aux moyens de focalisation qui doit être la plus rigoureusement déterminée. Cette face doit, en effet, être bien parallèle à l'équipotentielle sur laquelle l'électrode d'obturation se superpose. Ainsi, les

équipotentiellles qui jouxtent de part et d'autre l'électrode d'obturation ne sont pas modifiées par rapport à la situation d'un tube identique qui serait dépourvu d'électrode d'obturation. Pour cela, l'électrode d'obturation est définie pour que ladite bordure soit placée dans une zone où les équipotentiellles forment des courbes monotones sensiblement parallèles entre elles.

On peut définir la sensibilité d'obturation comme étant l'aptitude du tube à obturer le flux d'électrons par un potentiel de commande faible. Pour augmenter la sensibilité d'obturation de l'électrode, on peut diminuer le diamètre de l'ouverture centrale. Celui-ci est déterminé en fonction de la taille de la source d'électrons, préférentiellement une photocathode. Le diamètre de l'ouverture centrale et le diamètre de la photocathode sont préférentiellement compris dans un rapport allant sensiblement de 1 à 2 environ. De même, on peut modifier la sensibilité d'obturation en intervenant sur la distance entre l'électrode d'obturation et la photocathode. Préférentiellement, la distance entre le centre de l'ouverture centrale et le centre de la photocathode est égale à sensiblement un quart de fois le diamètre de l'ouverture centrale.

Ainsi par sa forme et son emplacement, l'électrode d'obturation ne constitue pas un blindage entre l'électrode de focalisation et la photocathode.

Il est aussi possible de commander l'obturation en agissant simultanément sur l'électrode d'obturation et sur les moyens de focalisation.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des figures suivantes données à titre d'exemples non limitatifs qui représentent :

- figure 1 : un schéma d'un tube de prise de vues formé d'un tube-image ne possédant pas d'électrode d'obturation et ayant une cible constituée d'un dispositif à transfert de charges (DTC),
- figure 2 : une représentation des lignes équipotentiellles et des trajectoires électroniques dans le tube de la figure 1,
- figure 3 : un tube de prise de vues avec une électrode d'obturation,
- figure 4 : une représentation semblable à celle de la figure 2 avec l'électrode d'obturation se superposant à l'équipotentielle 90 volts (mode de transmission de l'image électronique),
- figure 5 : une représentation semblable à celle de la figure 4 en mode d'obturation,
- figure 6 : un schéma électrique des potentiels appliqués au tube,
- figure 7 : un schéma partiel d'un tube-image avec une électrode d'obturation et une électrode de focalisation modifiée,

- figure 8 : un schéma de la partie du tube de prise de vue avec une cible formée d'un écran luminescent, de fibres optiques et d'un dispositif à transfert de charges,
- figure 9 : un schéma d'une partie d'un tube-image avec en plus des moyens de déflection,
- figure 10 : une représentation d'une séquence d'images sur l'écran.

Dans la description, on appelle "tube-image" un tube qui reçoit une image incidente et restitue une image finale quel que soit le type de cible. Lorsque le tube-image comporte des moyens spécifiques qui permettent à l'image finale d'apparaître sous la forme d'un signal électrique de type vidéo ou autre, le tube-image prend alors le nom de tube de prise de vue.

La figure 1 représente schématiquement un exemple d'un tube de prise de vue 10 ayant un tube-image comprenant :

- une enveloppe 11 qui peut être en verre,
- une photocathode 12 qui reçoit une image incidente et la transforme en un flux d'électrons,
- une électrode G2 13 qui focalise les électrons et qui se prolonge par une métallisation de l'enveloppe 11,
- une anode 16,
- une cible 14 constituée d'un dispositif à transfert de charges (DTC),
- des moyens 15 pour appliquer sur la cible et extraire de la cible des signaux électriques.

Selon une réalisation différente, il peut s'agir d'un tube-image pour lequel la cible est constituée d'un écran luminescent par exemple déposé sur fibres optiques. Les moyens 15, transformant le tube-image en tube de prise de vue, sont alors constitués par exemple d'un DTC couplé par fibres optiques audit écran luminescent.

La figure 2 représente, pour le tube de la figure 1, les lignes équipotentiellles et les trajectoires électroniques des électrons formant l'image finale avec les potentiels appliqués suivants :

- potentiel de la photocathode 12 : 0 volt,
- potentiel de l'anode 16 et de la cible 14 : 14 000 volts,
- potentiel de l'électrode G2 13 (focalisation) : 365 volts.

Les lignes équipotentiellles sont espacées successivement, de la photocathode vers l'anode, par des pas de 5 volts puis 30 volts, puis 100 volts, puis 500 volts.

La figure 3 est un schéma semblable à celui de la figure 1 avec une électrode d'obturation G1 17 interposée entre la photocathode 12 et l'électrode de focalisation G2 13.

La figure 4 est une représentation des lignes équipotentiellles et des trajectoires électroniques

pour le tube de prise de vues de la figure 3. L'électrode d'obturation 17 est ici polarisée à 90 volts pour être superposée à l'équipotentielle 90 volts. Par rapport à la figure 2, le flux électronique reste alors inchangé. Cette électrode d'obturation annulaire est très extérieure au faisceau d'électrons et de ce fait sa concentricité n'est pas critique. C'est la bordure 27 (figure 3) autour de l'ouverture centrale qui présente une grande importance du point de vue de l'optique électronique : l'épaisseur de l'électrode G1 et son inclinaison par rapport à l'axe du tube sont importantes.

En ce qui concerne la partie centrale de cette électrode G1 (figure 3), elle est préférentiellement constituée par un segment sphérique de très faible épaisseur (par exemple 0,1 mm) représentant au mieux la forme de l'équipotentielle préalablement calculée et représentée sur la figure 2. Dans la mesure où il est prévu que cette électrode G1 soit réalisée au tour en une seule pièce, on usine préférentiellement les parois à coupe transversale droite (et légèrement évasées pour assurer une bonne rigidité). L'angle le plus important est celui de la paroi faisant face à G2 : il est voisin de l'angle moyen de l'équipotentielle matérialisée dans cette zone et, en toute rigueur, est optimisé pour retrouver les résultats illustrés par la figure 4, qui correspondent à un minimum de défauts de l'image finale (c'est-à-dire de non linéarité et de perte de résolution sur les bords), soit en fait à une parfaite concordance avec ceux de la figure 2.

Pour la structure de tube considérée ici, la mesure de cet angle par rapport à l'axe vaut 73 degrés et il convient de bien respecter cette valeur. Bien entendu, une structure différente pourrait conduire à un angle différent.

La structure décrite définit une ouverture E de G1 de diamètre $2 R_{G1} = 32$ mm pour un diamètre émissif $2 R_K = 22,4$ mm sur la photocathode soit un rapport $32/22,4 = 1,43$ qui caractérise notamment la qualité d'image finale.

Dans l'hypothèse d'une moindre exigence sur la qualité des bords d'image finale, on peut augmenter l'action de G1 en rapprochant la "pointe" de cette électrode du bord du flux d'électrons. On peut, par exemple, réduire l'ouverture de G1 à 26 mm (au lieu de 32 mm), ce qui porte ledit rapport à 1,16 et permet ainsi de réduire l'amplitude de l'impulsion électrique d'obturation.

Une amélioration analogue de la sensibilité d'obturation peut être obtenue, à qualité d'image finale à peu près constante, en réduisant également le diamètre émissif dans le même rapport, c'est-à-dire en le portant à 18,2 mm (pour retrouver le rapport $1,43 = 26/18,2$). Notons que ceci s'effectue en plaquant, à l'extérieur du tube, sur le support de la photocathode, un masque de dimensions appropriées à l'utilisation et délimitant

ainsi la surface émissive.

Autrement dit, un même tube peut avoir une haute sensibilité d'obturation et une qualité moyenne des bords d'image finale, ou conserver cette sensibilité sur une image finale réduite avec de bonnes qualités.

Quant à l'épaisseur du bord de cette électrode G1 (au voisinage du bord du faisceau d'électrons), elle peut être portée à 0,2 mm sans dégradation des résultats. Une épaisseur plus importante ne s'envisage - pour des raisons de facilité d'usinage - que si la qualité des bords d'image finale fait l'objet d'une moins grande exigence.

La position de G1 ne doit pas être arbitraire. Sur la structure décrite, la distance DG1 entre sa "pointe" et le plan tangent au centre de la photocathode est égale à 7 mm (et en l'occurrence, $DG1/2R_{G1} \approx 0,22$).

Si l'on réduit cette distance DG1, la sensibilité de blocage des trajectoires ne s'améliore un peu que pour le bord du faisceau d'électrons mais n'évolue pas au centre de celui-ci (autour de l'axe). Par ailleurs, la capacité parasite C_p augmente en raison de cette proximité de G1 et du support de la photocathode. Enfin, avec une réduction trop importante de DG1, cette électrode G1 quitte la zone où les équipotentielles se correspondent par translation, ce qui aboutit à une solution mécaniquement critique, c'est-à-dire que l'électrode d'obturation ne peut plus être correctement compensée électriquement.

Si par contre G1 s'écarte trop de la photocathode, ce dernier inconvénient apparaît également mais en plus, la sensibilité d'obturation du faisceau décroît.

La figure 5 montre comment s'effectue l'obturation du flux d'électrons lorsque l'on polarise négativement cette électrode G1 (l'électrode de focalisation G2 restant à sa valeur nominale de focalisation $V_{G2} = 365$ volts). L'équipotentielle 0 volt se referme sur l'axe, près du centre de la photocathode, définissant ainsi un cut-off. Entre la photocathode et cette équipotentielle 0 volt, les équipotentielles sont négatives et le champ électrique est d'abord répulsif au voisinage de la photocathode. On observe d'ailleurs des trajectoires électroniques émises avec une certaine vitesse initiale et rebroussant chemin dès les premiers pas de calcul. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de porter V_{G1} à - 360 volts, ce qui signifie que l'on passe de l'état "bloqué" à l'état "débloqué" avec une impulsion de $90 - (-360) = 450$ volts.

L'électrode G1, de par sa forme et sa position dans le tube, possède une faible capacité électrique par rapport à son environnement. Ceci présente un avantage pour la génération des impulsions de commande de l'obturation. Ces impulsions doivent permettre de délivrer des courants

instantanés pouvant être élevés. Le courant I peut s'exprimer par

$$I = C \frac{dV}{dt}$$

avec :

C = capacité de G1 par rapport à l'ensemble de son environnement (capacité totale),

$dV = |V|$, amplitude du créneau,

$dt = t$, temps d'obturation désiré, qui peut être de l'ordre de la nanoseconde.

La capacité totale C est répartie en :

$C = C_o + C_p$ où C_o est la capacité de G1 par rapport à la surface utile de photocathode et où C_p , capacité parasite, regroupe tout le reste (capacité de G1 par rapport à la focalisatrice G2, à l'accélératrice, au blindage du tube... et au support de photocathode).

Soit :

$$I = \frac{V}{t} (C_o + C_p)$$

On observe que la sensibilité de modulation est proportionnelle à C_o :

$$V = \frac{k}{C_o}$$

En effet, lorsque G1 s'approche de la surface émissive, le flux du champ créé sur celle-ci augmente et il est évident que cela se traduit simultanément par une augmentation de C_o et de l'action sur le contrôle de l'émission.

L'équation précédente s'écrit alors :

$$I = \frac{k}{t} \left(1 + \frac{C_p}{C_o}\right)$$

Le rapport C_p/C_o doit être minimisé pour réduire la valeur instantanée du courant.

Par ailleurs, l'électrode d'obturation possède une ouverture totale pour le faisceau large issu de la photocathode. Ainsi elle ne constitue pas un blindage entre la photocathode et l'électrode de focalisation G2 de sorte qu'il est possible de combiner efficacement des potentiels d'obturation appliqués simultanément sur l'électrode d'obturation G1 et sur l'électrode de focalisation G2.

La figure 6 montre comment s'effectue l'obturation du flux d'électrons en associant une polarisation négative de G1 et une réduction de la polarisation de G2. Il est évidemment souhaitable de passer de l'état "bloqué" à l'état "débloqué" à l'aide d'une même impulsion de déblocage appliquée sur G1 et G2. Dans ces conditions, on observe que le cut-off est cette fois atteint avec $V_{G1} = -215$ volts et $V_{G2} = +60$ volts de sorte qu'en superposant à ces polarisations une même impulsion brève de 305 volts, on passe à l'état débloqué qui caractérise le fonctionnement nominal du tube :

$$V_{G1} = -215 + 305 = 90 \text{ volts}$$

$$V_{G2} = +60 + 305 = 365 \text{ volts.}$$

Les polarisations sont appliquées à travers des résistances R_1 et R_2 respectivement reliées à l'électrode d'obturation 17 et aux moyens 13. L'impulsion est appliquée à l'aide des capacités C_1 et C_2 .

Les potentiels indiqués se rapportent au cas d'une cible formée d'un écran électroluminescent c'est-à-dire avec une source d'électrons portée à 0 volt et une anode portée à 14.000 volts. Dans le cas où la cible est un dispositif à transfert de charges, la source d'électrons est alors portée à -14.000 volts et l'anode est portée à 0 volt. Il faut alors soustraire 14.000 volts aux potentiels de la figure 6.

Ainsi, l'utilisation simultanée de G2 et de l'électrode annulaire G1 permet de gagner environ 50 % sur la sensibilité de modulation.

Il est également possible d'appliquer le concept de l'invention à l'électrode de focalisation G2 afin d'augmenter sa sensibilité. La figure 7 montre qu'il est possible de munir l'entrée de l'électrode de focalisation G2 par une collerette 23 cylindrique de faible épaisseur épousant l'équipotentielle se refermant sur l'électrode de focalisation G2 en mode de transmission du flux électronique.

La cible d'un tel tube-image peut être formée soit par un écran électroluminescent soit par un dispositif à transfert de charges sensible au flux d'électrons. La figure 8 est une vue schématique d'une partie de tube de prise de vue dans lequel la cible 14 est constituée d'un écran luminescent 14a couplé par une fibre optique 24 à un dispositif à transfert de charges 14b. Le flux d'électrons est donc transformé en flux photonique par l'écran luminescent 14a. Le flux photonique est ensuite détecté par le dispositif à transfert de charges 14b.

Le tube-image peut également contenir des moyens de déflexion électrostatique 20 dans l'espace voisin de la cible (figure 9). Il est ainsi possible d'intervenir sur la position de l'image finale sur la cible. Pour cela on génère une image finale n'occupant qu'une partie de la cible. Ceci s'obtient

soit par construction du tube soit en masquant l'étendue de la photocathode si la réduction d'image n'est pas prévue au départ. Une suite d'images finales réduites peut représenter une suite d'images finales différentes prélevées consécutivement par le tube de prise de vues. Il faut alors synchroniser les moyens d'obturation et les moyens de déflexion à l'aide d'un séquenceur 21 d'images.

Cette structure est particulièrement intéressante dans le cas de la cinématographie ultra-rapide où il est alors possible d'examiner une suite d'images finales différentes consécutives 1, 2, 3... (figure 10). On peut ainsi piéger dans ladite suite un événement isolé apparaissant dans une des images finales en arrêtant le séquenceur, ou bien suivre un même événement avec une grande résolution temporelle.

Pour examiner "off-line" les éléments d'information contenus dans ladite suite d'images finales, il faut pouvoir à un instant donné arrêter l'acquisition des images finales. C'est notamment le cas lorsque la cible est formée d'un dispositif à transfert de charges DTC sensible au flux d'électrons.

En imagerie vidéo ultra-rapide classique utilisant un DTC, l'acquisition d'une séquence d'images est constituée d'une succession de cycles d'enregistrement (pose) et de lecture. La cadence image est fonction du temps nécessaire à chacun de ces cycles. Dans l'état de l'art actuel la limitation provient de la lecture du dispositif de prise de vue. Pour augmenter la cadence image (F_T), il faut diminuer le temps de lecture en réduisant le nombre de pixels à exploiter. Cette diminution du nombre de pixels conduit à une diminution de la résolution spatiale du DTC et donc de l'image inscrite (exprimées en nombre de pixels par image) ; elle s'obtient :

- soit par construction d'un DTC avec un petit nombre de pixels,
- soit, si la technologie du DTC le permet, par un fonctionnement où l'on regroupe plusieurs pixels adjacents en macropixels ou éventuellement en n'utilisant qu'une partie du DTC.

L'augmentation de la cadence image par une diminution de la résolution spatiale, outre qu'elle a un intérêt limité à cause de la perte d'information, a aussi des limitations physiques. En effet la bande passante maximale du dispositif de prise de vue est limitée par la fréquence maximale du signal vidéo, c'est-à-dire par le temps nécessaire à la lecture d'un pixel. Ce temps est déterminé par la technologie de fabrication des DTC.

En acceptant également une diminution de la résolution spatiale, il est possible selon l'invention, de réduire l'image elle-même, afin de pouvoir

inscrire, préalablement à l'extraction des données, une succession de ces images réduites sur l'ensemble de la zone sensible du DTC. Ladite suite d'images réduites est alors obtenue à une cadence d'acquisition qui est indépendante du temps de lecture du DTC, cadence qui peut être très élevée à condition de disposer d'une obturation rapide entre une image réduite et l'image réduite suivante afin d'éviter des phénomènes de trainage dans l'image, particulièrement nuisibles lorsque le temps de déflexion devient commensurable au temps de pose.

Pour obtenir des cadences très élevées, il est intéressant de limiter le temps de pose donc d'utiliser une cible à haute détectivité. Cela peut être obtenu en faisant arriver le flux d'électrons sur la face arrière d'un DTC électronsensible. Pour accroître cette détectivité au maximum (jusqu'à la détection de l'électron unique), il est possible d'utiliser un DTC aminci de l'ordre d'une dizaine de microns.

La non dépendance de ladite cadence d'acquisition avec le temps de lecture des données (donc du nombre de pixels à lire), permet d'utiliser des DTC de grandes dimensions ayant un grand nombre de pixels. Ceci permet d'obtenir des images réduites de bonne résolution.

A titre d'exemple, un tube de prise de vue muni de l'électrode d'obturation a permis d'atteindre un temps d'obturation de 10ns environ. Ainsi avec un DTC de 1024 x 1024 pixels, et des images finales réduites de 64 x 64 pixels, il est possible de prélever une suite de 256 images finales réduites. Avec un temps d'obturation de 10ns entre deux images finales, au cours duquel les moyens de déflexion défléchissent le flux d'électrons de 1 pas d'image, et avec un temps d'acquisition de 40ns pour une image finale réduite, il est possible d'enregistrer une suite d'images finales durant 50ns x 256 = 12,80 microsecondes. Cette suite peut être extraite globalement du DTC ultérieurement puis analysée.

Cette méthode procure un gain en vitesse considérable comparé à la méthode consistant à opérer une extraction des données après chaque image finale réduite inscrite dans le DTC.

Revendications

1. Tube-image (10) à obturateur électrostatique comprenant :
 - une source d'électrons (12) émettant un flux d'électrons en réponse à une image photonique incidente, le flux d'électrons se propageant dans le tube-image à travers un réseau d'équipotentiels,
 - des moyens (13) de focalisation et d'accélération desdits électrons,

- des moyens (17) d'obturation situés entre la source d'électrons et les moyens de focalisation et d'accélération pour interrompre le flux d'électrons,
 - une cible (14) sur laquelle le flux d'électrons inscrit une image finale caractérisé en ce que les moyens d'obturation comprennent une électrode d'obturation (17) de type annulaire qui possède une ouverture centrale E à travers laquelle transite le flux d'électrons, ladite électrode (17) autour de l'ouverture centrale E ayant une bordure (27) d'une faible épaisseur et d'une forme se confondant sensiblement avec une partie d'une desdites équipotentielle pour qu'en transmission l'électrode d'obturation (17) ne perturbe pas par sa présence le réseau d'équipotentielles.
- 2. Tube-image selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite bordure (27) est placée dans une zone où les équipotentielles forment des courbes monotones sensiblement parallèles entre elles.
- 3. Tube-image selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que l'ouverture centrale et la source d'électrons ont des diamètres respectifs situés selon un rapport compris sensiblement entre 1 et 2.
- 4. Tube-image selon une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la distance entre le centre de l'ouverture centrale et le centre de la source d'électrons est égale à sensiblement un quart de fois le diamètre de l'ouverture centrale.
- 5. Tube-image selon une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que l'épaisseur de l'électrode d'obturation en bordure de l'ouverture centrale est inférieure à sensiblement 0,2 mm.
- 6. Tube-image selon une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que l'obturation du flux d'électrons est obtenue en commandant simultanément l'électrode d'obturation et les moyens de focalisation.
- 7. Tube-image selon une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que l'électrode de focalisation est munie, du côté de la source d'électrons, d'une collerette (23) cylindrique ayant une forme épousant une équipotentielle qui se termine sur les moyens (13) de focalisation en mode de transmission du flux d'électrons.
- 8. Tube de prise de vue caractérisé en ce qu'il comprend un tube-image selon une des revendications 1 à 7, la cible (14) étant constituée par un dispositif à transfert de charges.
- 9. Tube de prise de vue caractérisé en ce qu'il comprend un tube-image selon une des revendications 1 à 7, la cible (14) étant constituée par un écran luminescent (14a), lui-même couplé par fibres optiques (24) à un dispositif à transfert de charges (14b).
- 10. Tube de prise de vue selon une des revendications 8 ou 9 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de déflection (20) pour déplacer l'image finale sur la cible.
- 11. Dispositif de prise de vue caractérisé en ce qu'il comprend un tube de prise de vue selon la revendication 10 et un séquenceur (21) d'images qui commande les moyens de déflection (20) pour déplacer sur la cible (14) une suite d'images finales.

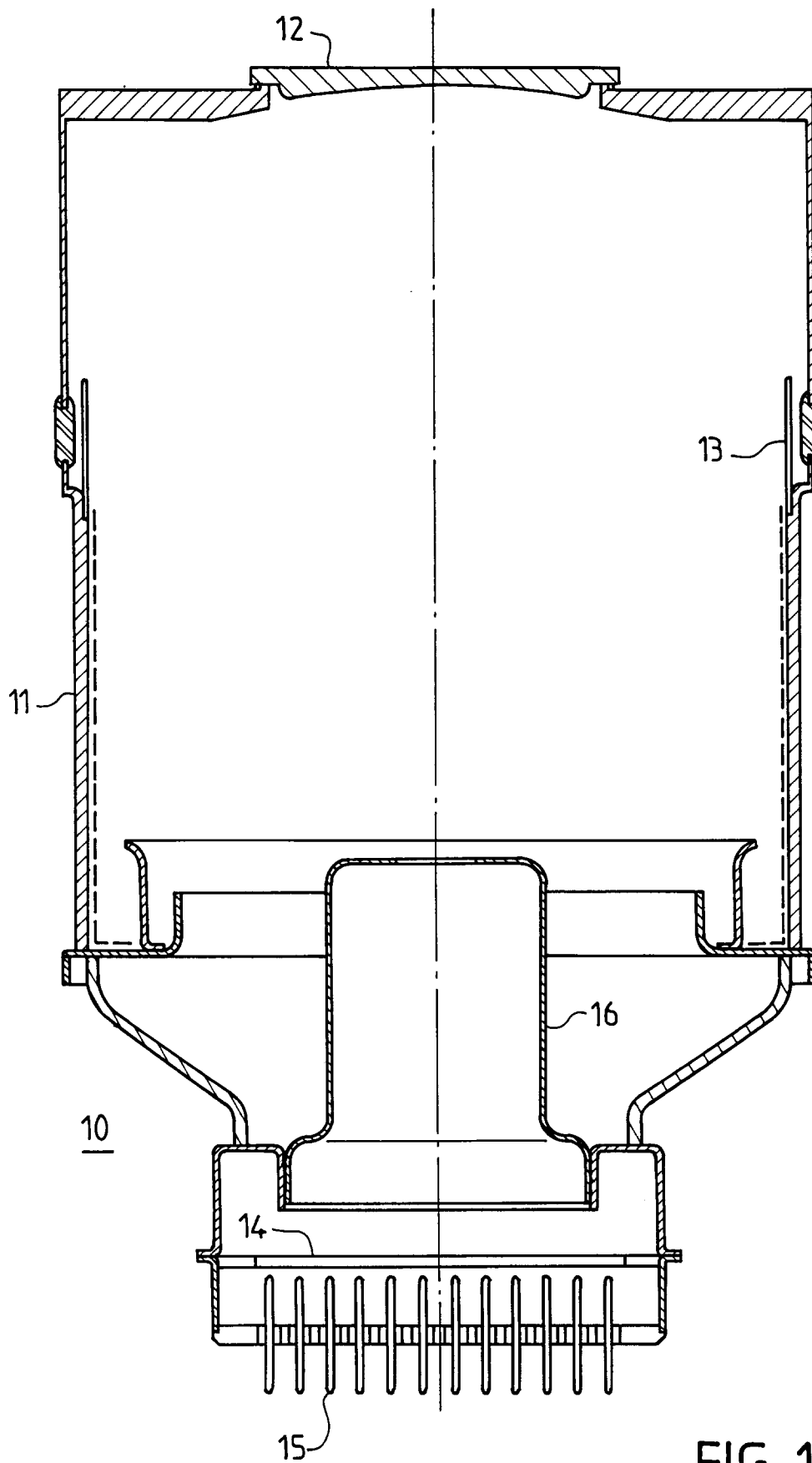


FIG. 1

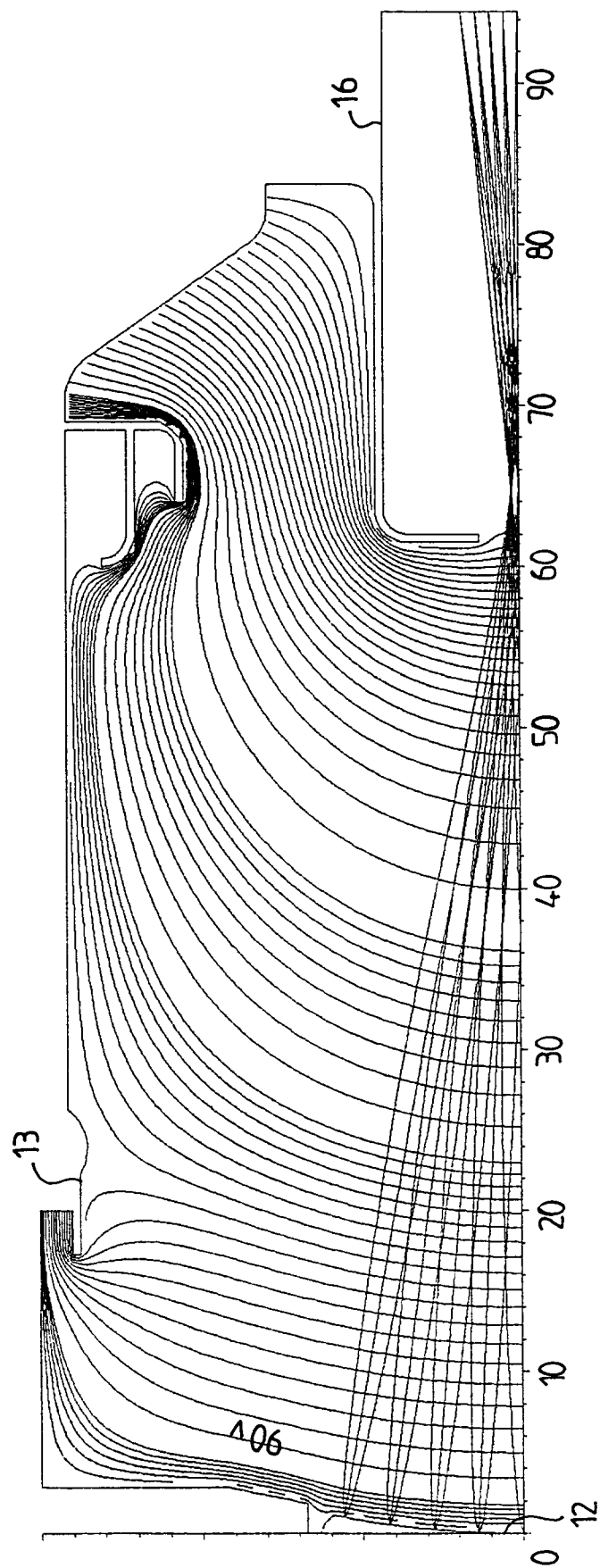
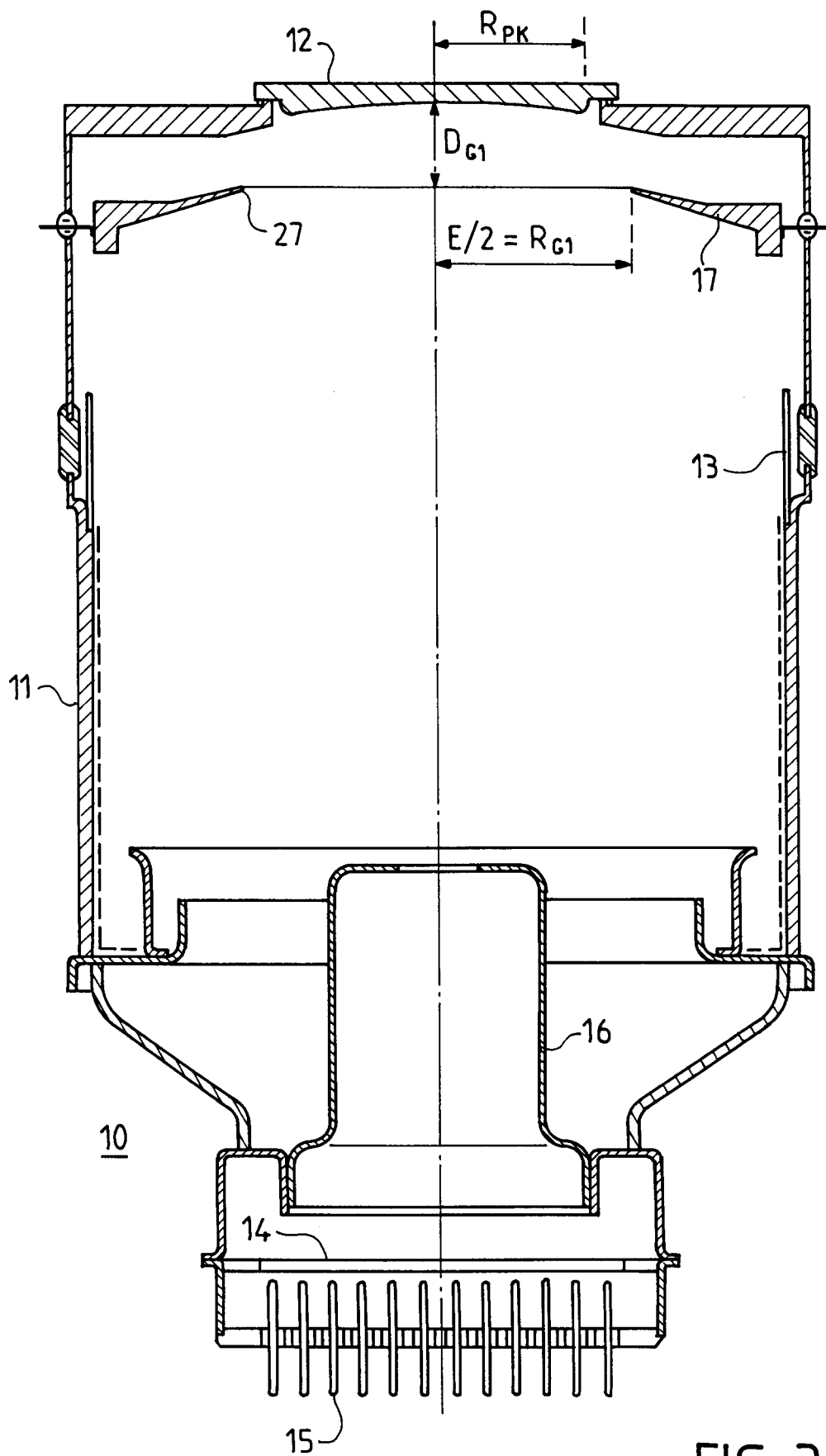


FIG. 2



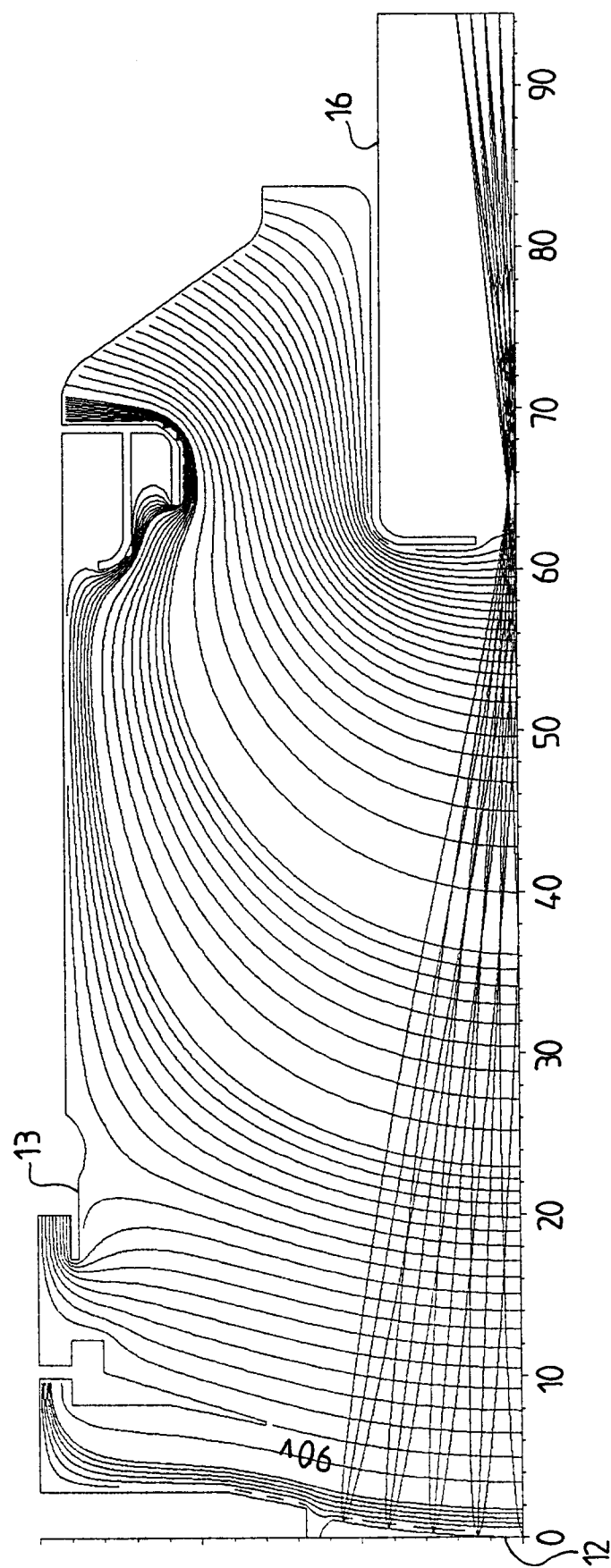


FIG. 4

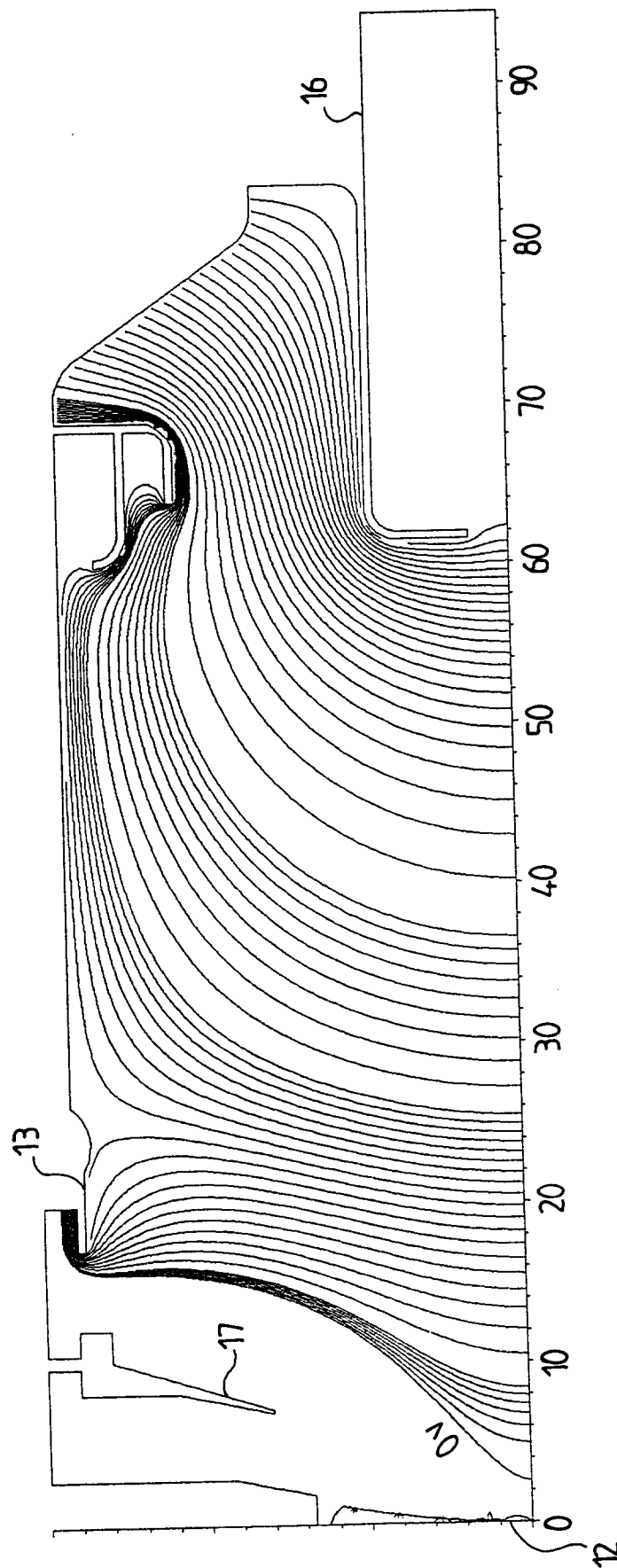


FIG. 5

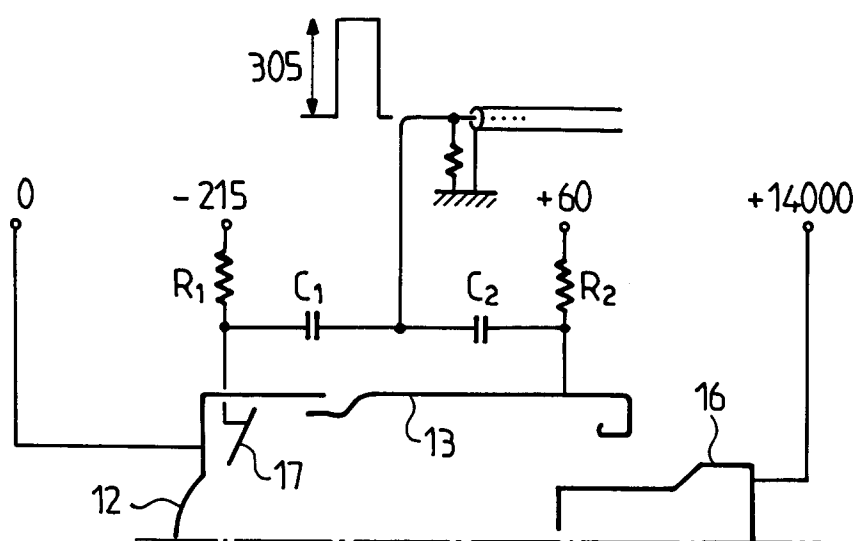


FIG. 6

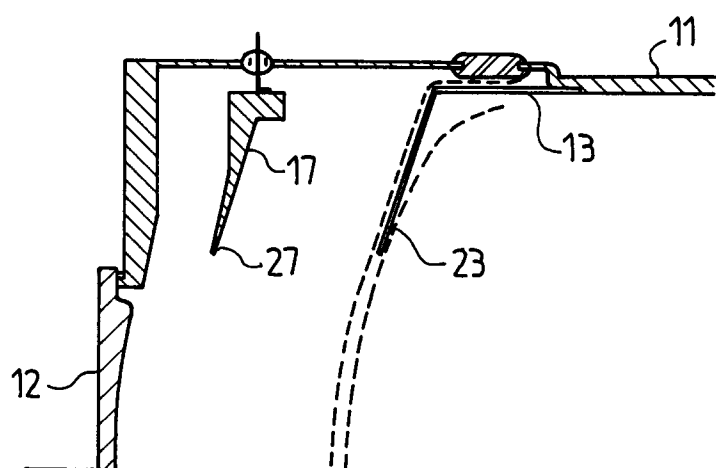


FIG. 7

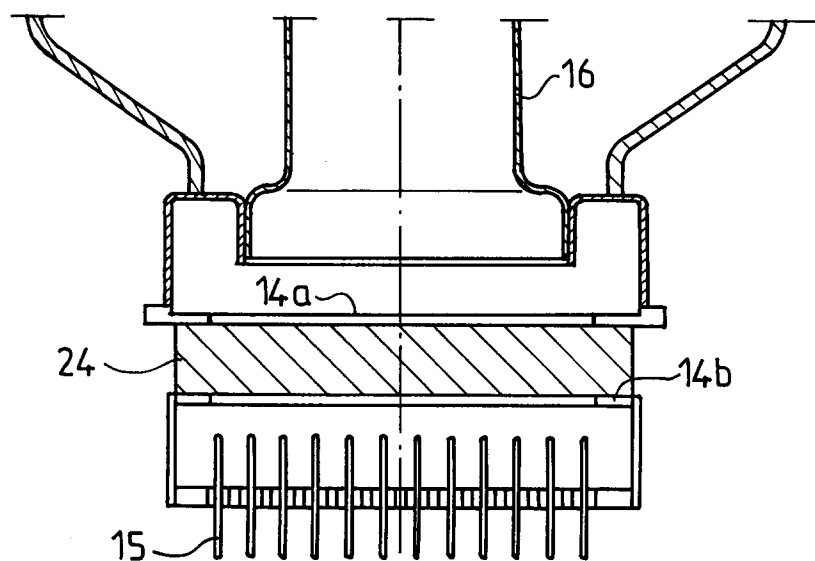


FIG. 8

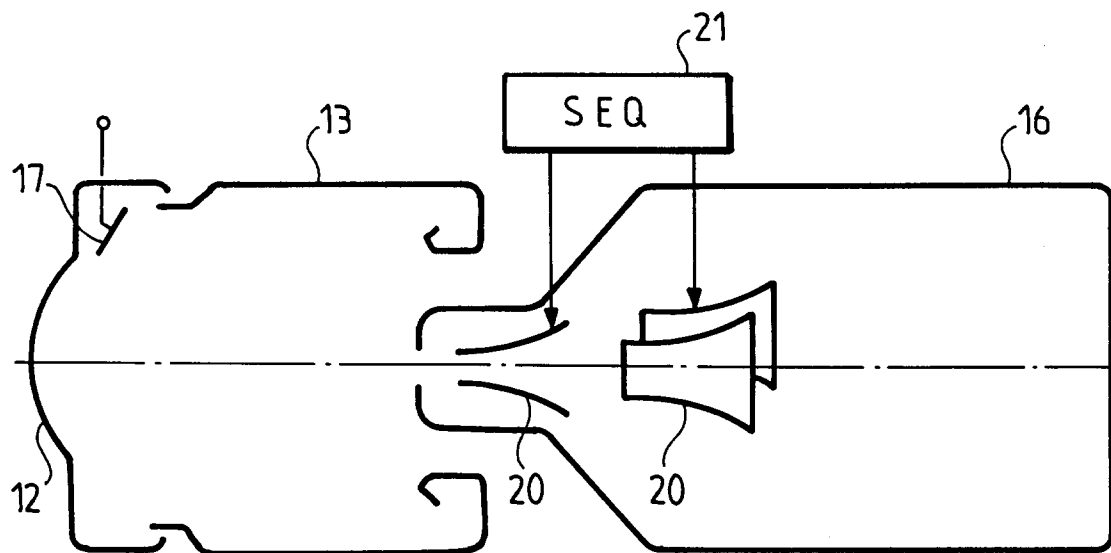


FIG. 9

1	2	3	

FIG. 10



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 20 3249

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	FR-A-2 082 509 (COMMISSARIAT A L'ÉNERGY ATOMIQUE) * page 2, ligne 37 - page 3, ligne 19 * * page 4, ligne 8 - ligne 14 * * figure * ---	1,3,7,10	H01J31/50 H01J31/26
A	RCA REVIEW. vol. 18, no. 3, 1957, PRINCETON US pages 322 - 331 R G SToudenheimer ET AL. 'An image-converter tube for high-speed photographic shutter service' * page 323, * page 325, alinéa 1 * * figure 2 * ---	1,3,7,10	
A	FR-A-1 368 180 (COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE) * figure 2 * * page 1, colonne de gauche, dernier alinéa - colonne de droite, alinéa 1 * ---	7	
A	OPTICAL ENGINEERING. vol. 25, no. 3, Mars 1986, BELLINGHAM US pages 465 - 470 S W THOMAS ET AL. 'Improvements in avalanch-transistor sweep circuitry for electro-optic streak cameras' * page 465, * figure 2 * ---	1,9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) H01J
A	US-A-4 682 021 (FITTS) * colonne 2, ligne 47 - colonne 3, ligne 21; figure 5 * -----	8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 13 JANVIER 1993	Examinateur 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 L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			