

②

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

① Numéro de dépôt: **87402918.4**

⑤ Int. Cl.⁴: **H01J 1/34** , **H01J 1/30** ,
H01J 31/26 , **H01J 31/49**

② Date de dépôt: **18.12.87**

③ Priorité: **22.12.86 FR 8617973**

④ Date de publication de la demande:
27.07.88 Bulletin 88/30

⑥ Etats contractants désignés:
DE GB IT NL

⑦ Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE**
ATOMIQUE
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris(FR)

⑧ Inventeur: **Baptist, Robert**

F-38560 Jarrie(FR)

Inventeur: **Borel, Michel**

Le Rochassin Saint Vincent de Mercuze

F-38660 Le Touvet(FR)

Inventeur: **Brenac, Ariel**

1, rue du Docteur Calmette

F-38130 Echirolles(FR)

Inventeur: **Meyer, Robert**

Chemin de la Limite Saint Nazaire les Eymes

F-38330 Saint Ismier(FR)

Inventeur: **Chauvet, Gérard**

8, rue Charles Lory

F-38000 Grenoble(FR)

⑨ Mandataire: **Mongrédien, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

⑩ **Transducteur photo-électronique utilisant une cathode émissive à micropointes.**

⑪ Transducteur photo-électronique utilisant une cathode émissive à micropointes.

Chaque électrode (4) portant les micropointes (10) est faite d'un matériau dont la conductivité augmente lorsqu'il est éclairé par une lumière déterminée. Le transducteur comprend au moins une anode (12) qui est disposée en regard des micropointes et dans laquelle un courant est formé du fait de l'émission électronique des micropointes. Une augmentation de l'intensité de ce courant se produit lorsque ladite lumière atteint ladite électrode à l'endroit où sont les micropointes. Le transducteur comprend également des moyens (18) de détection de cette augmentation.

Application à la réalisation de photocopieurs.

télécopieurs, caméras-vidéo, caméras X et détecteurs de rayons X.

EP 0 275 769 A1

TRANSDUCTEUR PHOTO-ELECTRONIQUE UTILISANT UNE CATHODE EMISSIVE A MICROPONTES

La présente invention concerne un transducteur photo-électronique utilisant une cathode émissive à micropointes.

Des cathodes émissives à micropointes sont déjà connues par US-A-3 755 704, US-A-3 921 022, FR-A-2 443 085 et la demande de brevet français n°8411986 du 27 juillet 1984 (ou la demande aux USA n°758737 du 25 juillet 1985) par exemple.

Or, on a mis en évidence un effet surprenant relatif à ces cathodes émissives, effet selon lequel un éclairage approprié de certaines cathodes émissives à micropointes permet de renforcer l'émission d'électrons de ces dernières.

La présente invention concerne un transducteur photo-électronique utilisant cet effet surprenant.

On connaît déjà des transducteurs photo-électroniques, mais ces derniers engendrent des courants électriques qui sont faibles et qu'il faut donc amplifier pour pouvoir les traiter (par exemple les numériser).

La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient en proposant un transducteur photo-électronique qui est capable de produire de fortes variations de courant électrique, à partir de courants électriques d'intensités importantes, courants qui sont ainsi faciles à traiter.

L'invention peut par exemple permettre d'obtenir des variations de + 100 microampères à partir de courants de 100 microampères.

De façon précise, la présente invention a pour objet un transducteur photo-électronique, caractérisé en ce qu'il comprend :

-au moins une première électrode qui est faite d'un matériau dont la conductivité augmente lorsqu'il est éclairé par une lumière déterminée et dont une face est pourvue d'une pluralité de micropointes qui sont faites d'un matériau émetteur d'électrons et dont les bases se trouvent sur ladite face,

-au moins une deuxième électrode, cette deuxième électrode étant électriquement isolée de la première électrode, disposée en regard de ladite face et percée de trous situés respectivement en regard desdites bases, le sommet de chaque micropointe étant situé au niveau du trou qui lui correspond,

-au moins une troisième électrode, cette troisième électrode étant disposée en regard de la deuxième électrode et étant électriquement isolée de cette dernière qui est ainsi comprise entre la première et la troisième électrodes, de sorte que des électrons sont émis par les micropointes et collectés par la troisième électrode lorsque les micropointes et les première, deuxième et troi-

sième électrodes sont dans le vide, que la deuxième électrode est polarisée positivement par rapport à la première électrode et que la troisième électrode est polarisée positivement par rapport à la deuxième électrode ou portée au potentiel de celle-ci, les électrons donnant ainsi naissance à un courant électrique dans la troisième électrode, une augmentation de l'intensité du courant se produisant lorsque ladite lumière atteint la première électrode (sur ladite face de celle-ci ou sur son autre face) à l'endroit où sont les micropointes ou à proximité de cet endroit, et,

-des moyens de détection de ladite augmentation.

Ladite lumière peut être choisie dans le domaine des rayonnements visibles ou X, pour un matériau de première électrode tel que le silicium dopé p par exemple.

La présente invention s'applique notamment à la réalisation de détecteurs de présence, de photocopieurs, de caméras-vidéo très plates, de caméras X et de détecteurs de rayons X.

Selon un mode de réalisation particulier du transducteur objet de l'invention, une couche d'un matériau électriquement isolant et apte à transmettre au moins une partie de ladite lumière est placée entre les première et deuxième électrodes, au moins une partie de la couche n'étant pas recouverte par la deuxième électrode, de façon à pouvoir détecter ladite augmentation lorsque ladite lumière est envoyée en direction de ladite partie de la couche.

Selon un autre mode de réalisation particulier, la troisième électrode est apte à transmettre au moins une partie de ladite lumière de façon à pouvoir détecter ladite augmentation lorsque ladite lumière est envoyée en direction de ladite troisième électrode.

Dans ce cas, une couche d'un matériau électriquement isolant et apte à transmettre au moins une partie de ladite lumière peut être placée entre les première et deuxième électrodes.

Selon un autre mode de réalisation particulier, le transducteur est disposé de façon que l'autre face de la première électrode soit atteinte par ladite lumière.

On peut réaliser un transducteur selon l'invention, comprenant une seule première électrode et une seule deuxième électrode, mais on peut également réaliser un transducteur conforme à l'invention, comprenant une structure matricielle à plusieurs premières électrodes et plusieurs deuxièmes électrodes : selon une réalisation particulière du transducteur objet de l'invention, ce dernier comprend plusieurs exemplaires parallèles et de forme

allongée de ladite première électrode et plusieurs exemplaires parallèles et de forme allongée de ladite deuxième électrode, les premières électrodes font un angle avec les deuxièmes électrodes, ce qui définit des zones de croisement des premières et deuxièmes électrodes, les micro-pointes et les trous sont situés dans ces zones de croisement et les moyens de détection sont prévus pour détecter les courants correspondant respectivement aux zones de croisement.

Dans une réalisation particulière, ce transducteur conforme à l'invention et à structure matricielle comprend en outre des moyens de commande prévus pour effectuer un adressage matriciel des premières et deuxièmes électrodes, la troisième électrode étant unique, de façon que les zones de croisement puissent émettre successivement des électrons, et les moyens de détection sont prévus pour détecter le courant relatif à chacune des zones qui émettent successivement.

Dans une autre réalisation particulière, le transducteur conforme à l'invention et à structure matricielle comprend plusieurs exemplaires parallèles et de forme allongée de ladite troisième électrode, ces exemplaires étant respectivement disposés en regard des exemplaires de la deuxième électrode, le transducteur comprend en outre des moyens de commande prévus pour polariser successivement les premières électrodes négativement par rapport aux deuxièmes électrodes, ces dernières étant maintenues à un même potentiel, les troisièmes électrodes étant maintenues à un autre même potentiel supérieur ou égal audit même potentiel et les moyens de détection sont prévus pour détecter les courants des troisièmes électrodes en réponse aux polarisations successives des premières électrodes.

Dans une réalisation avantageuse du transducteur conforme à l'invention et à structure matricielle, ladite lumière étant susceptible d'être modulée au moins spatialement par un objet, les moyens de détection sont en outre prévus pour former, à partir des courants correspondant respectivement aux zones de croisement, une image numérisée de l'objet.

Le mot "objet" doit être pris dans un sens très général : il peut s'agir d'un objet matériel tel qu'une feuille de papier munie d'un texte ou d'un dessin (cas de l'application de l'invention à la fabrication de photocopieurs ou de télécopieurs), ou d'une scène (cas de l'application de l'invention à la fabrication de caméras-vidéo), ou d'un plasma qui émet des rayons X que l'on souhaite détecter (cas de l'application de l'invention à la fabrication de caméras X ou de détecteurs de rayons X)...

La modulation peut être uniquement spatiale, comme c'est le cas dans les applications de l'invention faisant intervenir des objets statiques

(photocopie, télécopie,...) ou spatiale et temporelle, dans le cas d'applications de l'invention faisant intervenir des objets non statiques (prise d'images par caméra vidéo par exemple).

De préférence, dans le cas d'un transducteur conforme à l'invention et à structure matricielle, muni d'une couche d'un matériau électriquement isolant et apte à transmettre au moins une partie de ladite lumière, cette couche étant placée entre les premières et deuxièmes électrodes, ladite couche est divisée en zones qui sont séparées les unes des autres et disposées entre les premières et deuxièmes électrodes, respectivement en correspondance avec les zones de croisement.

Ceci permet d'améliorer grandement la résolution des images numérisées que l'on est susceptible d'obtenir avec le transducteur.

Le transducteur conforme à l'invention et à structure matricielle peut être muni d'une optique de formation d'images, cette optique étant disposée du côté du transducteur, qui est destiné à être atteint par ladite lumière.

Une telle réalisation particulière vise notamment les applications de l'invention à la prise d'images, la photocopie ou la télécopie.

Ladite lumière peut appartenir au domaine des rayonnements visibles.

Dans ce cas et lorsque le transducteur est muni de ladite optique de formation d'images, ce transducteur peut être en outre muni d'une source lumineuse prévue pour fournir ladite lumière et située à une distance donnée de l'optique, afin de pouvoir placer entre la source et l'optique un objet matériel dont la taille est compatible avec cette distance, cet objet modulant spatialement la lumière.

Une telle réalisation particulière vise notamment les applications de l'invention à la photocopie ou à la télécopie.

Enfin, ladite lumière peut appartenir au domaine des rayonnements X (pour les applications de l'invention compatibles avec de tels rayonnements).

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, d'exemples de réalisation donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un mode de réalisation particulier du transducteur objet de l'invention, ne comportant qu'une seule première électrode, qu'une seule deuxième électrode et qu'une seule troisième électrode,

- la figure 2 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation particulier du transducteur objet de l'invention, comportant une structure

matricielle à plusieurs premières électrodes, plusieurs deuxièmes électrodes et plusieurs troisièmes électrodes,

- la figure 3 est une vue en coupe - schématique du transducteur représenté sur la figure 2 et appliqué à la photocopie par exemple,

- la figure 4 est une vue en coupe - schématique du transducteur représenté sur la figure 2 et appliqué à la prise d'images, et

- la figure 5 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation particulier du transducteur objet de l'invention, comportant une structure matricielle à plusieurs premières électrodes, plusieurs deuxièmes électrodes et une seule troisième électrode.

Sur la figure 1, on a représenté schématiquement un mode de réalisation particulier du transducteur objet de l'invention, comprenant un substrat 2 électriquement isolant, par exemple en verre, sur lequel est déposée une couche plane électriquement conductrice 4, recouverte d'une couche plane électriquement isolante 6, elle-même recouverte d'une couche plane électriquement conductrice 8 appelée grille. Les couches 6 et 8 sont percées de trous 7, 9 régulièrement espacés les uns des autres ce qui fait apparaître la couche 4. Dans chacun des trous, est disposée une micropointe sensiblement conique 10 électriquement conductrice, qui s'élève à partir de la couche 4 en direction de la couche 8 et dont le sommet affleure la surface de cette couche 8.

Une plaque électriquement conductrice 12 servant d'anode est disposée en regard des sommets des micropointes, parallèlement à la couche 8.

La surface de la couche 8 est inférieure à celle de la couche 6 de telle sorte que cette couche 6 dépasse du pourtour de la couche 8.

La couche 4 est faite d'un matériau dont la conductivité augmente lorsqu'il est éclairé par une lumière visible ou des rayons X, matériau tel que le silicium de type p (silicium dopé bore par exemple). La résistivité du matériau (non éclairé) est par exemple de l'ordre de 0,1 à 1 ohm.cm.

Le nombre de micropointes est par exemple de l'ordre de 10000/mm² et le matériau constitutif est par exemple le niobium.

La couche 6 est en outre transparente, par exemple en silice. La grille 8 est par exemple en molybdène.

L'ensemble comportant les éléments référencés 2, 4, 6, 8, 10 sur la figure 1 et l'anode 12 étant mis sous vide (à cet effet on peut placer ledit ensemble dans une enveloppe de verre en réalisant dans ce cas l'anode 12 sous forme d'une couche métallique déposée sur la face interne de cette enveloppe, faisant face aux micropointes de l'ensemble et faire le vide dans cette enveloppe).

on porte, au moyen d'une source appropriée 14, la couche 4 et donc les micropointes 10 à un potentiel négatif par rapport à la couche 8 qui peut être mise à la masse et l'on porte l'anode 12 à un potentiel positif par rapport à la couche 8 au moyen d'une source appropriée 16. Le pôle - de la source 16 et le pôle + de la source 14 peuvent ainsi être tous deux reliés à la masse.

En appliquant par exemple une tension de l'ordre de 100 volts entre les couches 4 et 8, des électrons sont émis par les micropointes, par effet de champ. Ces électrons sont collectés par l'anode 12. En appliquant par exemple une tension de l'ordre de 80 volts entre cette anode et la couche 8, le courant électronique mesuré, par exemple au moyen d'un micro-ampèremètre 18 monté entre le pôle + de la source 16 et l'anode 12, est de l'ordre de 100 microampères.

Lorsque l'anode 12 est une faible distance de la couche 8, par exemple une distance de l'ordre de 1 mm ou moins, il n'est pas nécessaire (bien que possible) de porter l'anode à un potentiel fortement positif par rapport à la couche 8 (et l'anode pourrait alors être simplement mise à la masse, encore qu'il vaille mieux éviter que la couche 8 et l'anode 12 soient strictement au même potentiel - par exemple la masse - car les faisceaux d'électrons étant légèrement divergents à la sortie des trous, on aurait une résolution spatiale moins bonne qu'en polarisant l'anode positivement par rapport à la couche 8, une telle polarisation étant donc préférable et permettant d'attirer encore légèrement les électrons à leur sortie des trous 9). Mais lorsque la distance est plus importante, il est préférable de porter l'anode à un potentiel plus fortement positif par rapport à la couche 8 afin d'obtenir un courant électronique suffisamment important et focalisé.

Lorsque l'émission électronique se produit, si l'on éclaire la surface de la couche de silice 6 non recouverte par la grille 8, par exemple au moyen d'un faisceau de lumière visible, on observe (au moyen du micro-ampèremètre 18), pour la même tension de l'ordre de 100 volts appliquée entre la grille et les micropointes, une augmentation de 100% du courant électronique. Si l'intensité de la lumière incidente est modulée temporellement, l'intensité du courant électronique est également modulée temporellement à la fréquence de modulation de l'intensité lumineuse, ceci étant valable pour une fréquence pouvant aller jusqu'à plusieurs kHz.

L'intensité du courant électronique est également une fonction croissante de l'intensité de la lumière, pour une longueur d'onde donnée de cette dernière.

On peut employer en tant que source lumineuse un laser He-Ne (émettant à une longueur

d'onde de l'ordre de 500 nanomètres), ce laser produisant une tache lumineuse ponctuelle, et l'on observe que le courant électronique est d'autant plus important que l'impact du faisceau du laser est proche du bord de la grille 8.

Une lampe ordinaire peut être également utilisée à la place d'un laser.

On observe aussi l'augmentation de l'intensité du courant électronique en utilisant non plus une source de lumière visible mais une source de rayons X.

L'augmentation de l'intensité du courant électronique peut s'expliquer par une diminution de la résistance d'interface entre les micropointes et la couche conductrice 4, lorsque la cathode émissive est éclairée. Lorsqu'il s'agit d'une lumière visible, celle-ci est "guidée" ou diffusée par la couche de silice 6 jusqu'à la zone 19 des micropointes, zone en laquelle elle diminue ladite résistance d'interface.

Tout se passe donc comme si la tension appliquée entre la grille et les micropointes était augmentée de quelques volts.

Pour un éclairage pulsé, la fréquence maximale de pulsation pour laquelle on observe un courant électronique également pulsé dépend des résistances et capacités inhérentes à la structure et aux constituants de la cathode émissive à micropointes.

Le transducteur photo-électronique représenté sur la figure 1 s'applique par exemple à une détection de présence, en utilisant une source lumineuse visible (non représentée) prévue pour éclairer la portion de la couche 6 dépassant de la grille 8, de sorte que l'interposition d'un objet entre la source lumineuse et le transducteur provoque une variation du courant électronique détecté au moyen du micro-ampèremètre. Ce dernier peut bien entendu être remplacé par tout moyen de détection de la variation du courant électronique, moyen qui peut en outre être relié à un dispositif d'alarme.

On peut également envisager d'éclairer la cathode émissive à micropointes à travers le substrat de verre 2, ladite lumière atteignant ainsi la face non recouverte de micropointes de la couche 4 et provoquant, comme on l'a déjà indiqué plus haut, une variation des résistances d'interface entre les micropointes et cette couche 4.

Sur la figure 2, on a représenté schématiquement un autre mode de réalisation particulier du transducteur objet de l'invention, dans lequel la cathode émissive 20 a une structure matricielle. Plus précisément, sur une plaque de verre 22 sont déposées une pluralité de bandes 24 conductrices et parallèles. Une couche isolante 26, par exemple en silice, recouvre ces bandes 24. Une pluralité d'autres bandes 28 conductrices et

parallèles, perpendiculaires aux bandes 24, sont déposées sur la couche isolante 26. Dans les zones 30 "d'intersection" des bandes 24 et 28, les bandes 28 et la couche 26 sont percées de trous et les bandes 24 sont pourvues de micropointes du genre des micropointes 10 de la figure 1, qui reposent sur les bandes 24 et affleurent à la surface des bandes 28.

Le transducteur schématiquement représenté sur la figure 2 comprend également une pluralité de bandes 32 conductrices et parallèles qui sont déposées sur une plaque de verre 34. Cette plaque de verre 34 est disposée en regard des bandes 28 et les bandes 32 sont parallèles à ces bandes 28 et disposées sur la plaque 34 de façon à être respectivement en regard de ces bandes 28.

On prévoit par exemple un intervalle de l'ordre de 0,1 millimètre à 1 millimètre entre les bandes 28 et les bandes 32, cet intervalle étant obtenu au moyen d'espaceurs en verre (non représentés) appropriés, répartis uniformément à la surface de la cathode.

Ces bandes 32 constituent des anodes pour le transducteur.

La cathode émissive à micropointes 20 et la plaque 34 munie des anodes 32, espacées comme on l'a indiqué ci-dessus, sont fixées l'une par rapport à l'autre et montées dans une enveloppe en verre 36 scellée sous vide, comme on le voit sur la figure 3 sur laquelle la cathode émissive 20 et la plaque 34 de la figure 2 sont vues en coupe perpendiculairement aux bandes 28 et 32.

Des passages étanches 38 sont prévus dans les parois de l'enveloppe pour le passage de conducteurs électriques de liaison entre les bandes 24 ou lignes de micropointes, les bandes 28 ou grilles et les bandes 32 ou anodes et différents moyens de commande décrits par la suite.

L'ensemble ainsi obtenu peut être utilisé pour réaliser un dispositif de photocopie. A cet effet, on munit ledit ensemble d'une optique de formation d'images appropriée 40. La plaque 34 étant disposée en regard d'une face interne de l'enveloppe 36 par exemple parallépipédique, l'optique 40 est disposée en regard de la face externe 42 correspondante.

Ledit ensemble est également muni d'une source lumineuse visible 44, de préférence intense, qui est disposée en regard de l'optique 40, une distance suffisante de cette dernière pour permettre de disposer entre l'optique 40 et la source 44 un dessin ou un texte à photocopier porté par un support approprié tel qu'une feuille de papier (45).

En vue d'avoir une bonne résolution de l'image numérisée du texte ou du dessin, image dont il sera question par la suite, la couche de silice est divisée en une pluralité de zones 46, chaque zone 46 étant séparée des zones 46 adjacentes et asso-

ciée à une zone donnée 30 de micropointes (figure 2). Les zones 46 sont bien entendu réalisées de façon que les bandes 28 ne soient pas en contact avec les bandes 24. A cet effet, comme on le voit sur la figure 2, chaque zone 46 de silice correspondant à une ligne 24 de micropointes et à une grille 28, est telle qu'elle recouvre la ligne 24 dans la portion de celle-ci, qui correspond à la zone 30 de micropointes, associée à la zone 46, tout en débordant de part et d'autre de la grille 28.

La source 44 étant destinée à fonctionner pendant un certain temps, des moyens 48 sont prévus pour porter toutes les grilles à un même potentiel constant pendant ce temps. Des moyens 50 sont prévus pour porter, pendant le temps de fonctionnement de la source 44, successivement chaque ligne de micropointes à un potentiel négatif par exemple de l'ordre de -100V, par rapport aux grilles tandis que les autres lignes de micropointes sont portées au même potentiel que ces grilles.

Les lignes de micropointes émettent ainsi successivement des électrons, la quantité d'électrons émise par une zone de micropointes donnée dépendant de l'éclairement de cette zone compte tenu du fait que la lumière émise par la source est modulée spatialement par le texte ou le dessin porté par la feuille 45.

La lumière atteignant la cathode émissive peut en effet pénétrer dans chaque zone de silice 46 et, "guidée" par celle-ci sur une courte distance, modifier la résistance d'interface de la zone de micropointes correspondante.

On comprend donc que l'on puisse obtenir une image numérisée du texte ou du dessin.

A cet effet, le dispositif représenté sur la figure 3 comprend également des moyens 52 prévus pour porter, pendant le temps de fonctionnement de la source 44, toutes les anodes à un même potentiel positif, par exemple de l'ordre de +100V, par rapport aux grilles et pour détecter et numériser, en synchronisme avec la polarisation des lignes de micropointes, les courants électroniques respectivement recueillis par les anodes (des courants étant ainsi détectés chaque fois qu'une ligne de micropointes est portée audit potentiel négatif par rapport aux grilles).

Les moyens 52 sont reliés à des moyens 54 prévus pour mémoriser les courants numérisés correspondant respectivement aux zones de micropointes, chaque zone de micropointes étant repérée par le numéro de la ligne de micropointes qui lui correspond (les moyens 50 étant prévus pour fournir cette information) et par le numéro de l'anode qui lui correspond (les moyens 52 étant prévus pour fournir cette information).

Les moyens 54 sont reliés à des moyens 56 prévus pour reformer le dessin ou le texte sur la quantité souhaitée de supports appropriés (par

exemple des feuilles de papier).

Dans une variante de réalisation, l'optique de formation d'image 40 et la source 44 sont disposées non plus en regard de la face 42 de l'enveloppe 36 mais en regard de la face externe 58 de l'enveloppe 36, cette face 58 correspondant à la face interne de cette enveloppe 36, face interne en regard de laquelle se trouve la cathode 20, de sorte que la lumière spatialement modulée peut traverser successivement l'enveloppe et le substrat en verre 2 pour atteindre la couche 4 et modifier la résistance d'interface des micropointes.

Cette variante de réalisation est intéressante dans le cas où le réseau d'anodes n'est pas suffisamment transparent à la lumière, en notant cependant qu'un défaut de transparence est compensé par l'intensité de la source 44.

Le dispositif représenté sur la figure 3 peut être transformé en un dispositif de télécopie, en remplaçant les moyens 56 par des moyens de traitement des informations numérisées dans les moyens 54 en vue de leur transmission sur une ligne téléphonique.

Sur la figure 4, on a représenté schématiquement une caméra vidéo utilisant également l'enveloppe 36 munie de la cathode émissive 20 et de la plaque 34 portant les anodes 32, qui ont été décrites en référence aux figures 2 et 3.

La caméra vidéo comprend une optique appropriée 60 qui est disposée en regard de la face externe 42 de l'enveloppe 36 et qui permet d'observer une scène 62 éclairée en lumière visible naturelle ou artificielle.

On utilise encore des moyens du genre des moyens 48, 50, 52 et 54. Toutefois, les moyens 54 ne sont plus reliés aux moyens 56 décrits en référence à la figure 3 mais à des moyens 64 prévus pour visualiser l'image numérisée de la scène, mémorisée dans les moyens 54, ou pour recopier les informations numérisées sur un support d'enregistrement, un vidéo-disque par exemple.

Bien entendu, les moyens 48, 50, 52 et 54 sont adaptés à la prise d'images. On effectue plusieurs fois par seconde, à une fréquence adaptée à la "mobilité" de la scène filmée, les polarisations successives des lignes de micropointes et les détections et numérisations (associées à ces polarisations successives) des courants recueillis par les anodes, et les moyens 54 sont prévus pour mémoriser successivement les images filmées à cette fréquence avec la caméra, ces images étant ensuite visualisées ou recopiées grâce aux moyens 64.

La disposition de l'optique 60 précédemment indiquée donne de bons résultats dans le cas où le réseau d'anodes est suffisamment transparent à la

lumière visible utilisée. Lorsque le réseau d'anodes n'est pas suffisamment transparent à cette lumière, il est possible de disposer l'optique 60 en regard de la face 58 de l'enveloppe 36, comme on l'a déjà expliqué à propos de l'optique 40 dans la description de la figure 3.

On notera que le nombre de micropointes dans les modes de réalisation de l'invention, qui ont été décrits en référence aux figures 3 et 4 et qui seront décrits par la suite, en référence à la figure 5, doit être assez grand pour que l'émission d'un groupe de micropointes, correspondant à un pixel, soit assez stable au cours du temps, en l'absence de lumière incidente.

Le transducteur objet de l'invention permet également de réaliser une caméra X ou un détecteur X (par exemple un détecteur X à localisation), afin d'étudier des rayonnements X qui peuvent être très intenses et parfois très brefs, comme en produisent les plasmas.

A cet effet, on utilise le mode de réalisation particulier représenté sur la figure 4, en l'adaptant à la détection de rayons X, c'est-à-dire en supprimant l'optique 60. En outre, on peut éventuellement supprimer l'enveloppe 36 et mettre le transducteur en face de la source de rayonnements X, l'ensemble source-transducteur étant sous vide. Il convient également d'adapter ladite fréquence (relative aux polarisations successives et aux détections-numérisations-mémorisations des courants), fréquence que l'on peut prendre égale à quelques kHz.

Sur la figure 5, on a représenté schématiquement un autre mode de réalisation particulier de l'ensemble cathode émissive à micropointes - anode, conforme à l'invention.

La cathode émissive représentée sur la figure 5 est conforme à celle qui est représentée sur la figure 2.

L'anode représentée sur la figure 5 diffère de celle qui est représentée sur la figure 2 par le fait qu'elle n'est plus réalisée sous la forme de plusieurs bandes parallèles mais d'un seul tenant. A cet effet, l'anode représentée sur la figure 5 est par exemple constituée par une couche mince 66 électriquement conductrice suffisamment transparente à la lumière utilisée (rayonnements visibles ou X) et déposée sur une plaque de verre 68.

Une telle anode est utilisable en combinaison avec une optique de formation d'images disposée en regard de la plaque 68 et du genre de l'optique 40 ou de l'optique 60 (suivant l'application choisie).

Le matériau constitutif de la couche 66 peut être In_2O_3 .

En variante, l'anode est faite d'une couche électriquement conductrice et opaque, par exemple en aluminium, déposée sur la plaque 68. Dans ce cas, l'optique est disposée en regard de la face

externe 58 de l'enveloppe 36.

Dans le cas d'un dispositif tel qu'une caméra X ou un détecteur de rayons X, l'optique n'est pas utilisée et l'on expose le dispositif à la scène étudiée de façon que les rayons X traversent la face externe 42 de l'enveloppe 36 si la couche d'anode le permet ou la face externe 58 lorsque la couche d'anode est opaque aux rayons X. En outre, si les rayons X ne sont pas assez énergétiques, l'enveloppe 36 est supprimée, le transducteur étant placé en face de la source de rayons X, l'ensemble source-transducteur étant mis sous vide.

Le fonctionnement du mode de réalisation particulier représenté sur la figure 5 est le suivant : on effectue un adressage matriciel des lignes de micropointes et des grilles formant des colonnes perpendiculaires aux lignes, de sorte que les zones de micropointes sont excitées successivement les unes après les autres, des courants électroniques étant alors émis successivement par les différentes zones de micropointes et détectés les uns après les autres par l'anode 66 (tout ceci ayant bien entendu lieu, dans le cas de l'application à la photocopie ou à la télécopie, pendant le fonctionnement de la source 44).

A cet effet, on peut procéder de la façon suivante : les lignes de micropointes sont commandées par des moyens 70 prévus pour porter successivement chacune des lignes de micropointes à un potentiel négatif, par exemple de l'ordre de -100 volts, pendant que toutes les autres lignes de micropointes sont mises à la masse ; les colonnes de grilles sont commandées par des moyens 72 prévus pour porter successivement chacune des colonnes de grilles à la masse pendant que les autres colonnes de grilles sont portées à un potentiel de l'ordre de -100 volts par exemple, ceci pour un état de polarisation donné des lignes de micropointes, le balayage de polarisation des colonnes de grilles effectué par les moyens 72 reprenant pour l'état de polarisation suivant des lignes de micropointes et ainsi de suite.

On comprend donc que les zones de micropointes sont excitées les unes à la suite des autres, les courants électroniques obtenus dépendant de l'état d'éclairement de ces zones.

L'anode 66 est reliée à des moyens 74 prévus pour détecter et numériser les courants électroniques successivement collectés par cette anode en réponse aux excitations successives des zones de micropointes, et les moyens 74 sont reliés à des moyens 76 prévus pour mémoriser les courants ainsi numérisés, une image numérisée étant donc mise en mémoire dans les moyens 76. Chaque pixel mémorisé dans les moyens 76 est repéré en fonction de ses coordonnées de ligne et de colonne fournis par les moyens 70 et 72 prévus

à cet effet. Les moyens 76 sont eux-mêmes reliés à des moyens 78 de reproduction d'image, dans le cas d'une application de l'invention à la photocopie, ou de traitement et de transmission sur une ligne téléphonique, dans le cas d'une application de l'invention à la télécopie.

Dans le cas d'une application de l'invention à la prise d'images (caméra vidéo) ou à la détection de rayons X (caméra X ou détecteur de rayons X par exemple à localisation), les moyens 78 sont remplacés par des moyens de visualisation ou d'enregistrement (comme on l'a déjà mentionné plus haut dans la description de la figure 4) et les moyens 70, 72, 74 et 76 sont adaptés, de façon à effectuer, plusieurs fois par seconde, l'adressage matriciel des lignes et des colonnes et la détection-numérisation-mémorisation des courants électroniques, à une fréquence adaptée à l'application envisagée.

Des procédés de fabrication de cathodes émissives à micropointes, simples ou à structure matricielle, sont connus dans l'état de la technique.

On indique également ci-après un procédé permettant d'obtenir une cathode émissive à structure matricielle utilisable dans l'invention. Ce procédé comprend les étapes successives suivantes :

-dépôt, par pulvérisation cathodique sur un substrat isolant (plaque de verre), d'une première couche de silicium dopé p,

-gravure de la première couche (à travers un masque de résine positive et par attaque chimique avec de l'acide orthophosphorique porté à 110°C, le masque étant ensuite éliminé par dissolution chimique), pour former des premières bandes parallèles,

-dépôt d'une seconde couche isolante de SiO₂ sur la structure obtenue (par une technique de dépôt chimique en phase vapeur à partir de silane, phosphine et oxygène), à travers un masque approprié, de façon que la seconde couche soit divisée en bandes séparées qui recouvrent respectivement les premières bandes, chaque bande de la seconde couche étant en outre divisée en zones séparées les unes des autres (correspondant aux zones 46 des figures 2 et 5),

-dépôt d'une troisième couche conductrice en niobium sur la seconde couche (par évaporation sous vide),

-ouvertures de trous débouchant dans les troisième et seconde couches, ces trous étant répartis sur l'ensemble de la surface des troisième et seconde couches et formés à travers un masque de résine approprié (obtenu par photolithographie) représentant l'image en positif des trous, par gravure ionique réactive, au moyen de SF₅, de la troisième couche, par attaque chimique, au moyen d'une solution de HF et de NH₄F, de la seconde couche, puis par élimination du masque.

-dépôt sur la troisième couche gravée, d'une quatrième couche ne recouvrant pas les trous (par évaporation sous vide de nickel, sous une incidence rasante de 15° par rapport à la surface de la structure),

-dépôt sur l'ensemble de la structure obtenue d'une cinquième couche d'un matériau émetteur d'électrons tel que le molybdène, sous incidence normale par rapport à la surface de la structure,

-élimination, par dissolution sélective par un procédé électrochimique, de la quatrième couche entraînant l'élimination du matériau émetteur d'électrons surmontant ladite quatrième couche et le maintien dudit matériau émetteur dans les trous,

-gravure (à travers un masque de résine approprié obtenu par photolithographie) des troisième et seconde couches pour mettre à nu une au moins des extrémités des premières bandes ce qui permet des prises de contact électrique, et

-gravure de la troisième couche pour former des secondes bandes perpendiculaires parallèles, les première et seconde bandes étant perpendiculaires, cette gravure étant une gravure ionique réactive, au moyen de SF₅, effectuée au travers d'un masque de résine obtenu par photolithographie, éliminé par attaque chimique une fois la gravure terminée, et tel que les zones de seconde couche dépassent de part et d'autre de ces secondes bandes.

Au lieu d'être en silicium dopé p, ladite première couche peut être constituée d'un matériau photoconducteur.

L'anode d'un seul tenant peut être formée par évaporation sous vide d'une couche métallique de In₂O₃ sur une plaque de verre. Pour la réalisation du réseau d'anodes 32, il suffit de réaliser cette évaporation à travers un masque approprié.

Dans une variante de réalisation non représentée de l'ensemble anode-cathode émissive, l'espace voulu entre les grilles et l'anode ou le réseau d'anodes 32 est obtenu au moyen d'espaceurs en verre répartis au hasard sur la cathode émissive. La périphérie de cette dernière est soudée hermétiquement à la plaque d'anode (34 ou 68) au moyen d'un verre fusible (traversé par les divers conducteurs électriques nécessaires au fonctionnement du transducteur) et l'ensemble obtenu est mis sous vide.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, on donne ci-après un exemple chiffré de réalisation de la cathode émissive et de l'anode ou du réseau d'anodes, en vue d'une application à la photocopie, la télécopie, la prise d'images de moyenne définition, avec des rayonnements visibles ou X :

-les bandes 24 ont une largeur de 50 micromètres, une épaisseur de 1 micromètre et sont espacées les unes des autres de 50 micromètres.

-les bandes 28 ont une largeur de 50 mi-

cromètres, une épaisseur de 0,25 micromètre et sont espacées les unes des autres de 50 micromètres,

-chaque zone 46 a une épaisseur de 1,5 micromètre et dépasse de 23 micromètres de part et d'autre de la bande 28 correspondante,

-la couche 66 a une épaisseur de 0,1 micromètre,

-les bandes 32 ont une largeur de 10 micromètres, une épaisseur de 0,1 micromètre et sont espacées les unes des autres de 90 micromètres,

-les trous 9 ont un diamètre de 1 micromètre,

-les micropointes épousent la forme d'un cône dont la base a un diamètre de 1 micromètre et dont la hauteur est de 1,6 micromètre (pour que la pointe du cône affleure à la surface de la grille).

Revendications

1. Transducteur photo-électronique, caractérisé en ce qu'il comprend :

-au moins une première électrode (4; 24) qui est faite d'un matériau dont la conductivité augmente lorsqu'il est éclairé par une lumière déterminée et dont une face est pourvue d'une pluralité de micropointes (10) qui sont faites d'un matériau émetteur d'électrons et dont les bases se trouvent sur ladite face,

-au moins une deuxième électrode (8; 28), cette deuxième électrode étant électriquement isolée de la première électrode (4 ; 24), disposée en regard de ladite face et percée de trous (9) situés respectivement en regard desdites bases, le sommet de chaque micropointe (10) étant situé au niveau du trou (9) qui lui correspond,

-au moins une troisième électrode (12; 32-66), cette troisième électrode étant disposée en regard de la deuxième électrode (8; 28) et étant électriquement isolée de cette dernière qui est ainsi comprise entre la première et la troisième électrodes, de sorte que des électrons sont émis par les micropointes (10) et collectés par la troisième électrode (12; 32-36) lorsque les micropointes et les première, deuxième et troisième électrodes sont dans le vide, que la deuxième électrode est polarisée positivement par rapport à la première électrode et que la troisième électrode est polarisée positivement par rapport à la deuxième électrode ou portée au potentiel de celle-ci, les électrons donnant ainsi naissance à un courant électrique dans la troisième électrode, une augmentation de l'intensité du courant se produisant lorsque ladite lumière atteint la première électrode à l'endroit où sont les micropointes (10) ou à

proximité de cet endroit, et

-des moyens (18; 52, 54-74, 76) de détection de ladite augmentation.

2. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une couche (6) d'un matériau électriquement isolant et apte à transmettre au moins une partie de ladite lumière est placée entre les première (4) et deuxième (8) électrodes, au moins une partie de la couche (6) n'étant pas recouverte par la deuxième électrode, de façon à pouvoir détecter ladite augmentation lorsque ladite lumière est envoyée en direction de ladite partie de la couche.

3. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la troisième électrode (12; 32-66) est apte à transmettre au moins une partie de ladite lumière de façon à pouvoir détecter ladite augmentation lorsque ladite lumière est envoyée en direction de ladite troisième électrode.

4. Transducteur selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'une couche d'un matériau électriquement isolant (6; 26) et apte à transmettre au moins une partie de ladite lumière est placée entre les première (4; 24) et deuxième (8; 38) électrodes.

5. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est disposé de façon que l'autre face de la première électrode (4; 24) soit atteinte par ladite lumière.

6. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 1, 3, 4, 5, 6, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs exemplaires (24) parallèles et de forme allongée de ladite première électrode et plusieurs exemplaires (28) parallèles et de forme allongée de ladite deuxième électrode, en ce que les premières électrodes (24) font un angle avec les deuxième électrodes (28), ce qui définit des zones de croisement (30) des premières et deuxième électrodes, en ce que les micropointes (10) et les trous (9) sont situés dans ces zones de croisement (30) et en ce que les moyens de détection (52, 54 - 74, 76) sont prévus pour détecter les courants correspondant respectivement aux zones de croisement (30).

7. Transducteur selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de commande (70, 72) prévus pour effectuer un adressage matriciel des premières (24) et deuxième (28) électrodes, la troisième électrode (66) étant unique, de façon que les zones de croisement (30) puissent émettre successivement des électrons, et en ce que les moyens de détection (74, 76) sont prévus pour détecter le courant relatif à chacune des zones qui émettent successivement.

8. Transducteur selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs exemplaires (32) parallèles et de forme allongée de

ladite troisième électrode, ces exemplaires étant respectivement disposés en regard des exemplaires (28) de la deuxième électrode, en ce que le transducteur comprend en outre des moyens de commande (48, 50) prévus pour polariser successivement les premières électrodes (24) négativement par rapport aux deuxièmes électrodes (28), ces dernières étant maintenues à un même potentiel, les troisièmes électrodes (32) étant maintenues à un autre même potentiel, supérieur ou égal audit même potentiel et en ce que les moyens de détection (52, 54) sont prévus pour détecter les courants des troisièmes électrodes (32) en réponse aux polarisations successives des premières électrodes (24).

5

10

15

9. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que, ladite lumière étant susceptible d'être modulée au moins spatialement par un objet (45), les moyens de détection (52, 54 - 74, 76) sont en outre prévus pour former, à partir des courants correspondant respectivement aux zones de croisement (30), une image numérisée de l'objet (45).

20

10. Transducteur selon la revendication 4 et l'une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que ladite couche (26) est divisée en zones (46) qui sont séparées les unes des autres et disposées entre les premières (24) et deuxièmes (28) électrodes, respectivement en correspondance avec les zones de croisement (30).

25

30

11. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, caractérisé en ce qu'il est muni d'une optique (40, 60) de formation d'images, cette optique étant disposée du côté du transducteur, qui est destiné à être atteint par ladite lumière.

35

12. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que ladite lumière appartient au domaine des rayonnements visibles.

40

13. Transducteur selon les revendications 11 et 12, caractérisé en ce qu'il est en outre muni d'une source lumineuse (44) prévue pour fournir ladite lumière et située à une distance donnée de l'optique (40), afin de pouvoir placer entre la source et l'optique un objet matériel (45) dont la taille est compatible avec cette distance, cet objet (45) modulant spatialement la lumière.

45

14. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ladite lumière appartient au domaine des rayonnements X.

50

55

10

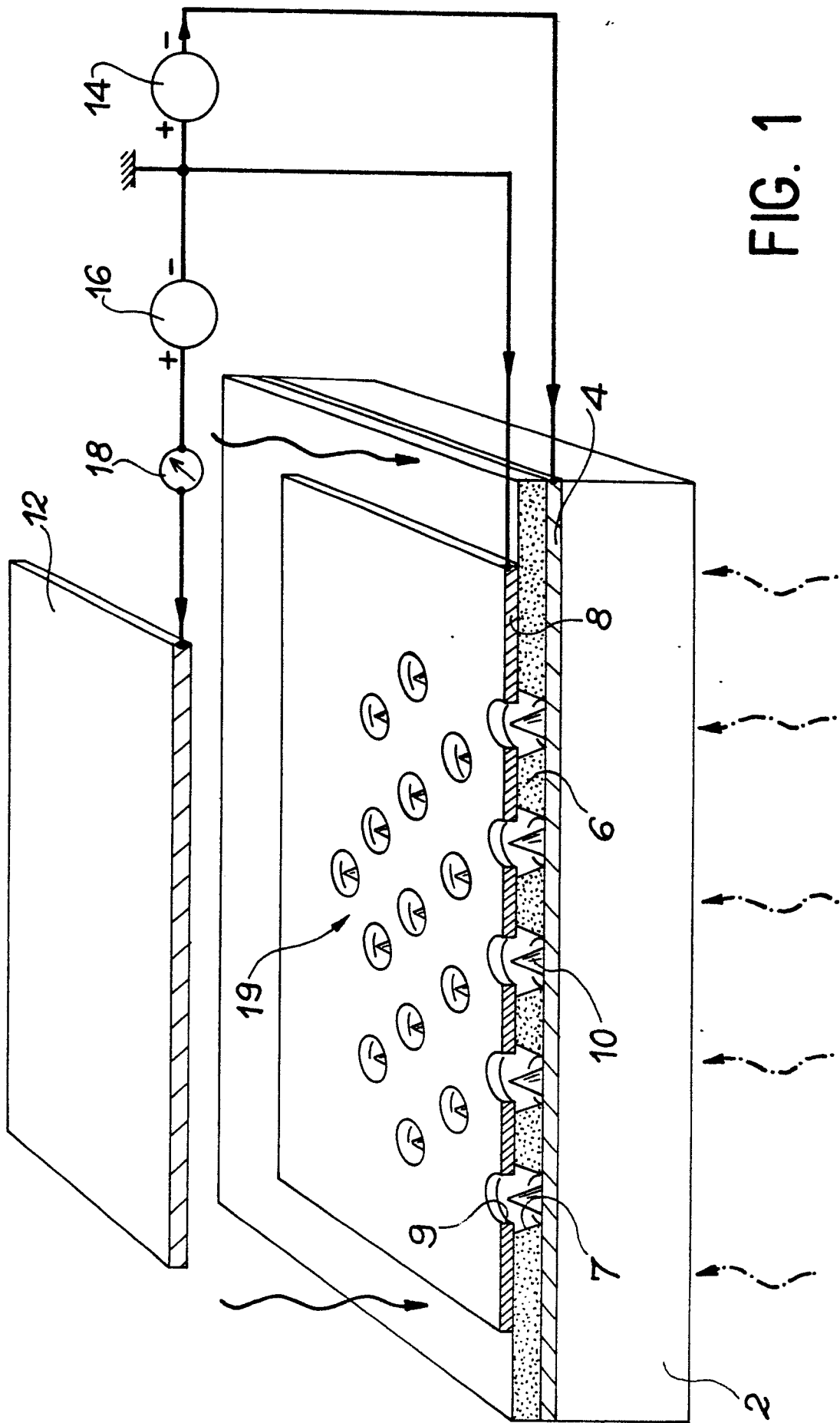
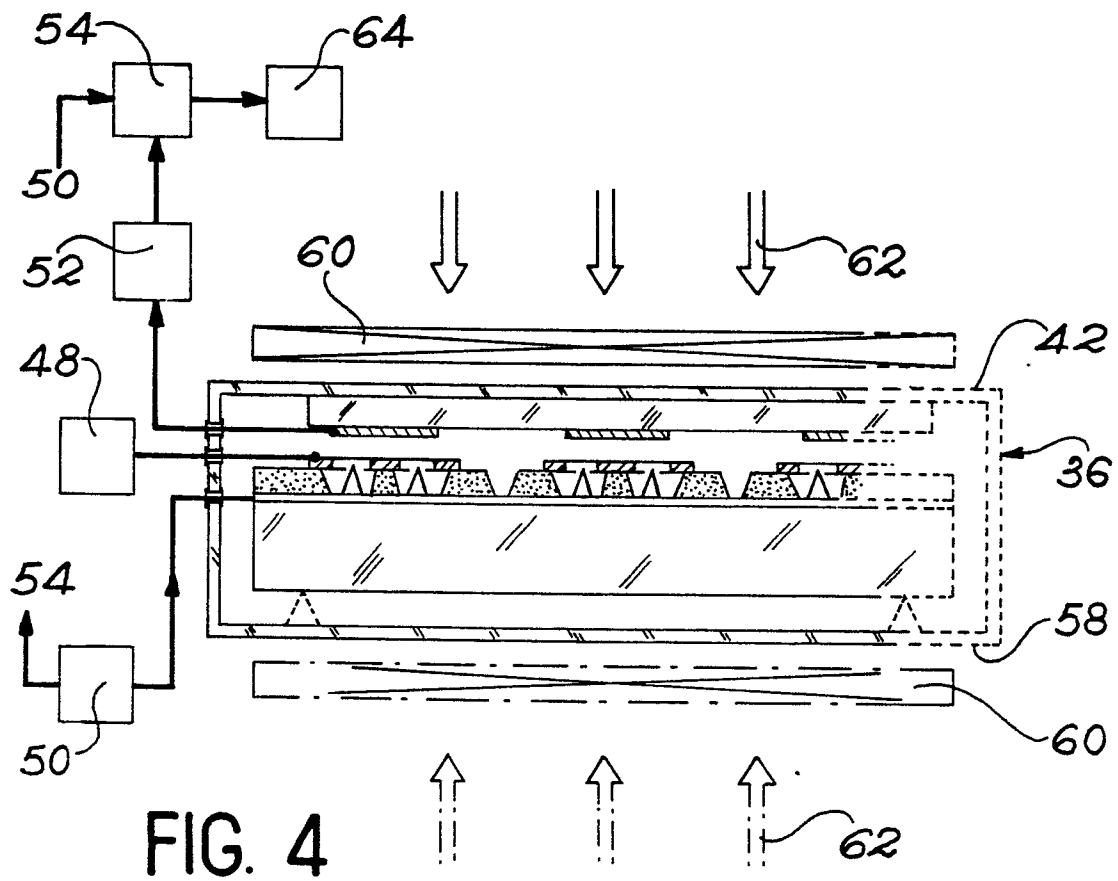
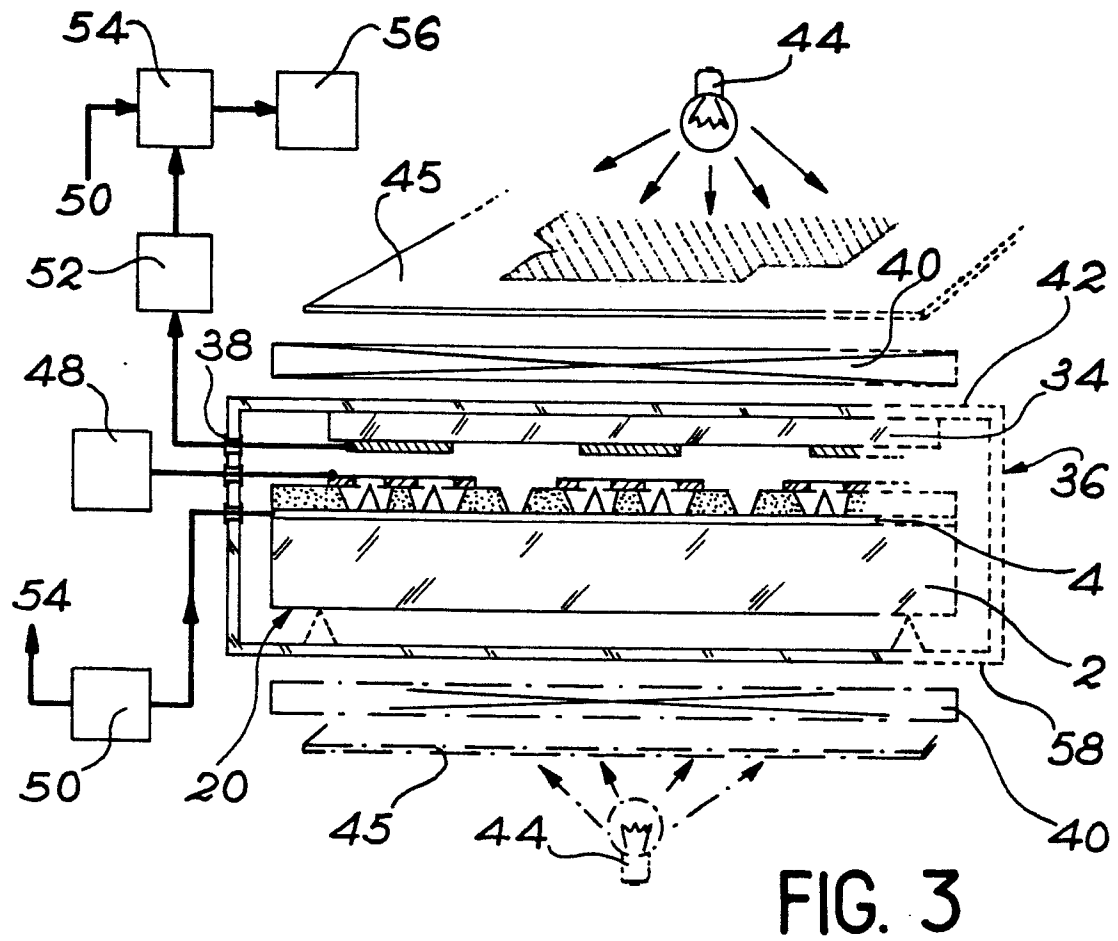


FIG. 1



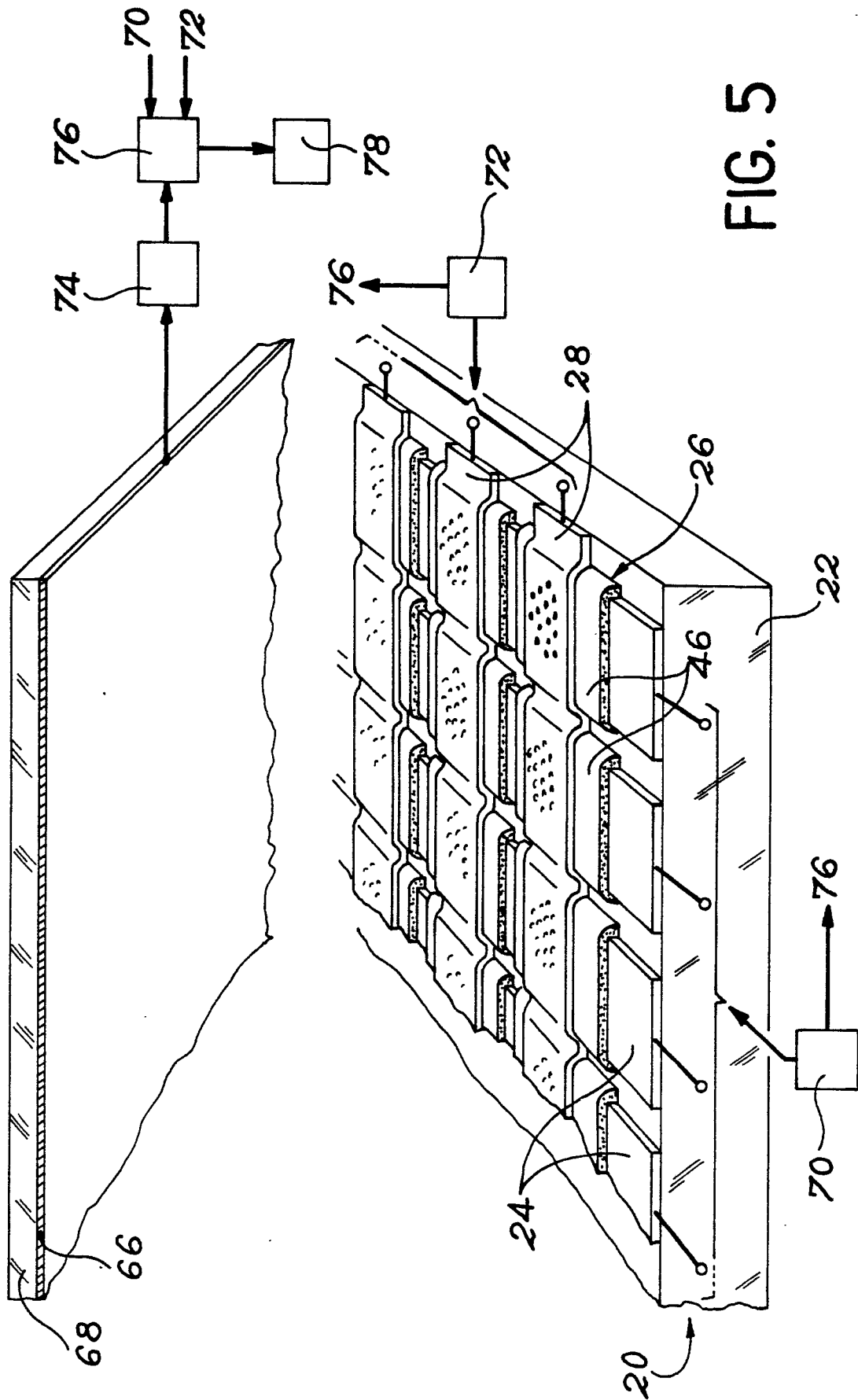


FIG. 5



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.4)
Y	US-A-3 735 186 (KLOPFER et al.) * Figures 6-8; colonnes 3,4 *	1	H 01 J 1/34
A	----	2,4,6,7	H 01 J 1/30
Y	EP-A-0 127 735 (DORNIER SYSTEM) * Figures 2,7; page 19, ligne 7 - page 20, ligne 6; page 23, ligne 15 - page 24, ligne 13 *	1	H 01 J 31/26
A	----	2-5,13	H 01 J 31/49
D,A	US-A-3 921 022 (LEVINE) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 J 31/00
			H 01 J 1/00
			H 01 J 3/00
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28-03-1988	Examineur SCHAUB G.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			