

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **88402742.6**

⑤① Int. Cl.4: **H 01 J 1/30**

㉔ Date de dépôt: **02.11.88**

③① Priorité: **06.11.87 FR 8715432**

④③ Date de publication de la demande:  
**17.05.89 Bulletin 89/20**

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

⑦① Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**  
**31/33, rue de la Fédération**  
**F-75015 Paris (FR)**

⑦② Inventeur: **Borel, Michel**  
**Saint Vincent de Mercure**  
**F-38660 Le Touvet (FR)**

**Boronat, Jean-François**  
**14, rue Paul Helbronner**  
**F-38100 Grenoble (FR)**

**Meyer, Robert**  
**Chemin de La Limite**  
**F-38330 Saint Ismier (FR)**

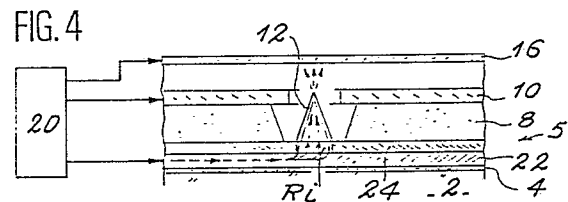
**Rambaud, Philippe**  
**rue Gay Lussac**  
**F-38100 Grenoble (FR)**

⑦④ Mandataire: **Mongrédién, André et al**  
**c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu**  
**F-75008 Paris (FR)**

⑤④ **Source d'électrons à cathodes émissives à micropointes et dispositif de visualisation par cathodoluminescence excitée par émission de champ, utilisant cette source.**

⑤⑦ **Source d'électrons à cathodes émissives à micropointes et dispositif de visualisation par cathodoluminescence excitée par émission de champ, utilisant cette source.**

Chaque cathode (5) comprend une couche électriquement conductrice (22) et des micropointes (12) et, selon l'invention, on prévoit une couche résistive continue (24) entre la couche conductrice et les micropointes. Le dispositif de visualisation comprend une anode cathodoluminescence (16) en regard de la source.



## Description

## SOURCE D'ELECTRONS A CATHODES EMISSIVES A MICROPONTES ET DISPOSITIF DE VISUALISATION PAR CATHODOLUMINESCENCE EXCITEE PAR EMISSION DE CHAMP, UTILISANT CETTE SOURCE

La présente invention concerne une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes et un dispositif de visualisation par cathodoluminescence excitée par émission de champ, utilisant cette source.

L'invention s'applique notamment à la réalisation d'afficheurs simples, permettant la visualisation d'images fixes, et à la réalisation d'écrans complexes multiplexés, permettant la visualisation d'images animées, par exemple du type des images de télévision.

On connaît déjà, par la demande de brevet français n°8601024 du 24 janvier 1986 (brevet FR-A-2593953), un dispositif de visualisation par cathodoluminescence excitée par émission de champ, comprenant une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes. Dans la demande citée, est également décrit un procédé de fabrication du dispositif de visualisation.

La source d'électrons utilisée dans ce dispositif connu est schématiquement représentée sur la figure 1. Comme on le voit, cette source a une structure matricielle et comprend éventuellement, sur un substrat 2 par exemple en verre, une mince couche de silice 4. Sur cette couche de silice 4 sont formées une pluralité d'électrodes 5 en forme de bandes ou couches conductrices parallèles 6, jouant le rôle de conducteurs cathodiques et constituant les colonnes de la structure matricielle. Ces conducteurs cathodiques 5 sont recouverts d'une couche électriquement isolante 8, par exemple en silice, excepté sur les extrémités de connexion 19 de ces conducteurs 5, extrémités prévues pour la polarisation desdits conducteurs. Au-dessus de cette couche 8 sont formées une pluralité d'électrodes 10 également en forme de bandes conductrices parallèles. Ces électrodes 10 sont perpendiculaires aux électrodes 5, jouent le rôle de grilles et constituent les lignes de la structure matricielle.

La source connue comporte également une pluralité d'émetteurs élémentaires d'électrons (micropointes) dont un exemplaire 12 est schématiquement représenté sur la figure 2 : dans chacune des zones de croisement des conducteurs cathodiques 5 et des grilles 10, la couche 6 du conducteur cathodique 5 correspondant à cette zone est pourvue d'une pluralité de micropointes 12 par exemple en molybdène et la grille 10 correspondant à ladite zone comporte une ouverture 14 en regard de chacune des micropointes 12. Chacune de ces dernières épouse sensiblement la forme d'un cône dont la base repose sur la couche 6 et dont le sommet est situé au niveau de l'ouverture 14 correspondante. Bien entendu, la couche isolante 8 est également pourvue d'ouvertures 15 permettant le passage des micropointes 12.

On notera également sur la figure 1, que, de façon préférentielle, les grilles ainsi que la couche isolante 8 sont pourvues d'ouvertures ailleurs que dans les zones de croisement, une micropointe étant

associée à chacune de ces ouvertures, du fait du procédé décrit dans la demande de brevet citée plus haut, en raison de facilité de fabrication.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, chaque couche 6 a une épaisseur de l'ordre de 0,2 micromètre, la couche électriquement isolante 8 a une épaisseur de l'ordre de 1 micromètre, chaque grille a une épaisseur de l'ordre de 0,4 micromètre, chaque ouverture 14 a un diamètre de l'ordre de 1,3 micromètre et la base de chaque micropointe a un diamètre de l'ordre de 1,1 micromètre.

Le dispositif connu comprend en outre un écran E comportant une anode cathodoluminescente 16 disposée en regard des grilles, parallèlement à ces dernières.

Lorsque le dispositif connu est mis sous vide, en portant par des moyens de commande 20 une grille à un potentiel par exemple de l'ordre de 100 volts par rapport à un conducteur cathodique, les micropointes situées dans la zone de croisement de cette grille et de ce conducteur cathodique émettent des électrons. L'anode 16 est portée avantageusement par ces moyens 20 à un potentiel égal ou supérieur à celui des grilles ; en particulier, elle peut être mise à la masse lorsque les grilles sont portées à la masse, ou polarisées négativement par rapport à la masse.

L'anode est alors frappée par les électrons et émet de ce fait de la lumière. Chaque zone de croisement, qui comporte par exemple  $10^4$  à  $10^5$  émetteurs élémentaires par  $\text{mm}^2$ , correspond ainsi à un point lumineux sur l'écran.

La source connue d'électrons pose un problème : on a constaté que, pendant le fonctionnement de ce dispositif connu, surtout pendant sa mise en route et pendant sa période de stabilisation, il se produit des dégazages locaux qui peuvent engendrer des arcs électriques entre différents constituants du dispositif (pointes, grilles, anodes). Rien ne permet dans ce cas de limiter le courant électrique dans les conducteurs cathodiques. Il se produit un phénomène d'emballlement au cours duquel ce courant croît et, à un certain moment, son intensité devient supérieure à l'intensité maximale  $I_0$  du courant électrique que peuvent supporter les conducteurs cathodiques. Certains de ceux-ci sont alors détruits et ne fonctionnent plus, en partie ou en totalité selon la localisation de la destruction (claquage).

La source connue d'électrons est ainsi fragile et présente de ce fait une durée de vie limitée.

Pour limiter l'intensité du courant électrique dans les conducteurs cathodiques, on pourrait monter en série, avec chaque conducteur cathodique, une résistance électrique ayant une valeur suffisamment grande pour conduire à un courant d'intensité inférieure à l'intensité du courant de claquage de ce conducteur cathodique.

Cependant, pour des questions de temps de réponse, ces résistances ne peuvent être utilisées qu'avec des sources d'électrons -notamment desti-

nées à la fabrication de dispositifs de visualisation de taille, de complexité et de possibilité fonctionnelle réduites.

Par ailleurs, la source connue d'électrons pose un autre problème que l'on ne peut résoudre en utilisant lesdites résistances mentionnées précédemment.

On a en effet constaté que, si une micropointe de la source connue a une structure particulièrement favorable, elle émet un courant électronique beaucoup plus fort que les autres micropointes, ce qui engendre sur l'écran E un point anormalement lumineux qui peut constituer un défaut visuel inacceptable.

La source connue d'électrons présente ainsi un autre inconvénient : les dispositifs de visualisation qui l'utilisent peuvent présenter d'importantes hétérogénéités ponctuelles de luminosité.

La présente invention permet de remédier non seulement à l'inconvénient de fragilité mentionné plus haut mais encore à cet autre inconvénient, ce qui n'était pas le cas avec la source utilisant les résistances.

Elle a pour objet une source d'électrons comprenant :

- des premières électrodes parallèles, jouant le rôle de conducteurs cathodiques, chaque conducteur cathodique comportant une couche électriquement conductrice dont une face porte une pluralité de micropointes qui sont faites d'un matériau émetteur d'électrons, et

- des secondes électrodes parallèles, jouant le rôle de grilles, celles-ci étant électriquement isolées des conducteurs cathodiques et faisant un angle avec ceux-ci, ce qui définit des zones de croisement des conducteurs cathodiques et des grilles, les micropointes étant situées au moins dans ces zones de croisement, les grilles étant en outre disposées en regard desdites faces et percées de trous respectivement en regard des micropointes, le sommet de chaque micropointe étant situé sensiblement au niveau du trou qui lui correspond, les micropointes de chaque zone de croisement étant capables d'émettre des électrons lorsque la grille correspondante est polarisée positivement par rapport au conducteur cathodique correspondant, un courant électrique circulant alors dans chaque micropointe de la zone,

source caractérisée en ce que chaque conducteur cathodique comporte en outre des moyens prévus pour limiter l'intensité du courant électrique circulant dans chaque micropointe de ce conducteur cathodique, ces moyens comportant une couche résistive continue, disposée sur la couche conductrice du conducteur cathodique correspondant, entre cette couche conductrice et les micropointes correspondantes, ces dernières reposant sur la couche résistive.

Par couche résistive, on entend une couche électriquement résistante.

L'invention permet de limiter l'intensité du courant dans chacune des micropointes de chaque conducteur cathodique et permet donc, a fortiori, de limiter l'intensité du courant électrique circulant dans le conducteur cathodique correspondant.

L'utilisation de ces moyens de limitation permet donc d'accroître la durée de vie de la source en minimisant les risques de destruction par claquage, provoquée par des surintensités et d'améliorer l'homogénéité d'émission électronique de la source et par conséquent l'homogénéité de luminosité des écrans des dispositifs de visualisation incorporant une telle source, et donc le rendement de fabrication de ces dispositifs, en atténuant de façon importante les points trop lumineux dus à des émetteurs d'électrons qui engendrent un courant électronique anormalement élevé.

Certes, on connaît déjà par le document US-A-3789471, une source d'électrons à micropointes dans laquelle chaque micropointe comporte une base ("pedestal") faite d'un matériau électriquement résistant. Cependant la source objet de la présente invention, dans laquelle chaque couche conductrice est entièrement recouverte par une couche résistive continue, présente un avantage important par rapport à cette source connue : elle permet une meilleure dissipation de la puissance thermique dégagée dans les parties "actives" du matériau résistif (parties résistives comprises entre les micropointes et les couches conductrices), ce qui donne à la source de la présente invention plus de robustesse et de fiabilité.

En effet, dans la source du document américain mentionné plus haut, pour une micropointe donnée, la dissipation a lieu seulement par l'intermédiaire de la couche conductrice correspondante, alors que dans la présente invention, cette dissipation a lieu non seulement par l'intermédiaire de cette couche conductrice mais encore de façon latérale, dans la couche résistive (qui entoure la partie active de couche résistive située sous la micropointe).

En particulier, dans les applications de type "écran plat", le courant nominal par émetteur est inférieur à 1 microampère et généralement compris entre 0,1 et 1 microampère. Pour que la couche résistive ait un effet sur l'homogénéité d'émission et sur les courts-circuits susceptibles de se produire en particulier entre les micropointes et la grille de la source, il faut que la résistance  $R_i$  que cette couche résistive engendre sous les micropointes (émetteurs d'électrons) ait une valeur par exemple de l'ordre de  $10^7$  à  $10^8$  ohms (correspondant à une chute de tension de 10 V dans la couche résistive pour un courant de l'ordre de 1 à 0,1 microampère par émetteur).

En cas de courts-circuits, toute la tension entre la couche conductrice et la grille qui est généralement de l'ordre de 100 V est reportée aux bornes du matériau résistif. La puissance thermique dégagée dans chaque partie active devient alors très importante et peut être de l'ordre de  $(100)^2 / 10^8$  W soit 0,1 mW dans un volume de l'ordre de 1 micromètre cube (volume de la partie active).

Grâce aux meilleures possibilités de dissipation thermique qu'elle offre, la source objet de l'invention est donc très avantageuse par rapport à la source du document américain mentionné plus haut.

La source objet de l'invention peut comprendre une pluralité de couches résistives continues, respectivement disposées sur les couches conduc-

trices de la source. Cette pluralité de couches résistives peut être obtenue par gravure, entre les conducteurs cathodiques, d'une couche résistive continue, unique.

Cependant, de préférence, la source objet de l'invention comprend une couche résistive continue unique qui recouvre l'ensemble des couches conductrices de la source.

Chaque couche conductrice peut être faite d'un matériau choisi dans le groupe comprenant l'aluminium, l'oxyde d'étain dopé à l'antimoine ou au fluor, l'oxyde d'indium dopé à l'étain et le niobium.

Dans une réalisation particulière, la ou les couches résistives sont faites d'un matériau qui est choisi dans le groupe comprenant  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  et  $\text{Si}$  dopé, et qui a une résistivité supérieure à celle du matériau constituant la couche conductrice.

De préférence, la résistivité de la couche résistive est comprise entre environ  $10^2$  ohms.cm et  $10^6$  ohms.cm.

Le choix de matériaux résistifs, de résistivité comprise entre  $10^2$  ohms.cm et  $10^6$  ohms.cm et en particulier entre  $10^4$  ohms.cm et  $10^5$  ohms.cm, permet d'obtenir une résistance-série importante par exemple de l'ordre de  $10^8$  ohms sous chaque micropointe pour une couche résistive de 1 à 0,1 micromètre d'épaisseur de façon à obtenir une bonne homogénéisation d'émission, une bonne limitation des sur-intensités et une bonne dissipation thermique dans le cas de courts-circuits. Le silicium qui justement, par un dopage approprié, peut avoir une résistivité importante par exemple de l'ordre de  $10^4$  ohms.cm à  $10^5$  ohms.cm, peut être avantageusement choisi comme matériau résistif.

La présente invention concerne également un dispositif de visualisation par cathodoluminescence, comprenant :

- une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes, et
- une anode cathodoluminescente, caractérisé en ce que la source est conforme à la source objet de l'invention.

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'une source connue d'électrons à cathodes émissives à micropointes et a déjà été décrite,
- la figure 2 est une vue schématique d'un émetteur élémentaire d'électrons de cette source et a déjà été décrite,
- la figure 3 est une vue schématique d'une source d'électrons comportant des résistances électriques,
- la figure 4 est une vue schématique d'un mode de réalisation particulier de la source objet de l'invention, utilisant une pluralité de couches résistives continues,
- la figure 5 illustre schématiquement une étape d'un procédé de fabrication de la source représentée sur la figure 4, et
- la figure 6 illustre schématiquement une

étape d'un procédé de fabrication d'un autre mode de réalisation particulier de la source de l'invention.

La présente invention sera décrite en référence aux figures 4 à 6 dans son application particulière à la visualisation.

Sur la figure 3, on a représenté schématiquement une source d'électrons. La seule différence entre celle-ci et la source connue, qui est représentée sur les figures 1 et 2, réside dans le fait que l'on ajoute à cette source connue des résistances électriques 18 de valeur  $R_o$ .

Plus précisément, une résistance électrique 18 de valeur  $R_o$  appropriée, indiquée par la suite est montée en série avec chaque conducteur cathodique 6. Les moyens de commande 20 connus, permettant de porter sélectivement les grilles à des potentiels positifs, par exemple de l'ordre de 100 volts, par rapport aux conducteurs cathodiques sont reliés électriquement aux grilles et aux conducteurs cathodiques et la liaison électrique entre ces moyens 20 et chaque conducteur cathodique est effectuée par l'intermédiaire d'une résistance électrique 18. Celle-ci est ainsi reliée à l'extrémité de la connexion 19 du conducteur cathodique correspondant (extrémité qui est représentée sur la figure 1).

La valeur  $R_o$  de chacune de ces résistances électriques est calculée de façon que l'intensité maximale du courant susceptible de circuler dans le conducteur cathodique correspondant soit inférieure à l'intensité  $I_o$  critique au-delà de laquelle des claquages se produisent. Cette valeur  $I_o$  dépend de la taille et de la nature des conducteurs cathodiques. Elle est toujours largement supérieure à l'intensité du courant correspondant au fonctionnement nominal des conducteurs cathodiques.

On donne ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, un exemple de calcul de la valeur  $R_o$  des résistances électriques : les conducteurs cathodiques sont en oxyde d'indium et ont une largeur de 0,7 mm, une épaisseur de 0,2 micromètre, une longueur de 40 mm et une résistance carrée de 10 ohms, de sorte que la résistance électrique de chaque conducteur cathodique a une valeur  $R_c$  de l'ordre de 0,6 kilo-ohms ; la valeur critique  $I_o$  est de l'ordre de 10 milliampères, l'intensité du courant nominal étant inférieure ou égale à 1 milliampère environ ; pour exciter une zone de croisement donnée, on porte la grille correspondante à un potentiel positif  $U$  de l'ordre de 100 volts par rapport au conducteur cathodique correspondant, la quantité  $R_o + R_c$  devant être supérieure à  $U/I_o$ . Il en résulte que la valeur  $R_o$  peut être prise égale à 10 kilo-ohms environ.

La source représentée sur la figure 3, qui utilise des résistances électriques, n'est applicable, pour des raisons de temps de réponse, qu'à des écrans de taille, de complexité et de possibilité fonctionnelle réduites.

En effet, pour une zone de croisement donnée, le temps de réponse du conducteur cathodique correspondant (colonne) est égal au temps de charge du condensateur formé par ce conducteur cathodique, par la grille correspondante (ligne) et par la couche isolante séparant le conducteur cathodique

de la grille. Ce temps de charge est de l'ordre du produit de la résistance de charge  $R_o + R_c$  par la capacité du condensateur en question.

Pour une couche 8 de silice de 1 micromètre d'épaisseur, la capacité est de l'ordre de 4 nanofarads par  $\text{cm}^2$  et, pour un écran de 1  $\text{dm}^2$  de surface et de 256 colonnes et 256 lignes, la surface d'une colonne est de l'ordre de 0,25  $\text{cm}^2$ . En prenant pour  $R_o + R_c$  une valeur de l'ordre 10<sup>4</sup> ohms, on obtient un temps de réponse  $t$  de l'ordre de 10 microsecondes.

A une fréquence de 50 images par seconde, le temps d'excitation d'une ligne pour un tel écran est de 1/(50x256) seconde, soit environ 80 microsecondes.

Dans cet exemple, le temps de réponse représente ainsi environ 10% du temps d'excitation d'une ligne, ce qui est la limite maximale admissible si l'on veut éviter les phénomènes de couplage. Ces phénomènes correspondent au fait que sur une colonne, la luminosité d'un point est influencée par l'état du point précédent :

- lorsque le point précédent est allumé, le temps d'excitation du point est égal au temps d'excitation de ligne puisque la colonne est déjà au potentiel d'émission,

- lorsque le point précédent est éteint, le temps d'excitation du point est égal au temps d'excitation de ligne moins le temps de charge, puisque la colonne doit être portée au potentiel d'émission.

Si le temps de charge n'est pas négligeable devant le temps d'excitation de ligne (s'il est par exemple supérieur à 10% de ce dernier), l'effet de couplage est visible.

La solution utilisant les résistances électriques est donc peu satisfaisante si l'on veut soit faire une image de télévision de bonne définition (comportant au moins 500 lignes et des niveaux de gris) soit faire des écrans de plus grande surface (plus de 1  $\text{dm}^2$ ), la capacité du condensateur étant alors encore plus grande que précédemment.

Le problème du temps de réponse peut être résolu en remplaçant lesdites résistances électriques de valeur  $R_o$  par des couches résistives. Ainsi limite-t-on le courant dans les conducteurs cathodiques tout en ayant une résistance d'accès à ceux-ci pratiquement nulle.

Sur la figure 4, on a représenté schématiquement un exemple de réalisation de la source objet de l'invention, permettant de résoudre ce problème du temps de réponse et les problèmes d'hétérogénéité et de sur-intensité mentionnés plus haut. La source schématiquement représentée sur la figure 4 diffère de la source décrite en référence aux figures 1 et 2 par le fait que, dans la source connue, décrite en référence à ces figures 1 et 2, chaque conducteur cathodique 5 comporte une simple couche électriquement conductrice 6, alors que dans la source conforme à l'invention, représentée sur la figure 4, chaque conducteur cathodique 5 comporte une première couche 22 électriquement conductrice reposant sur la couche électriquement isolante 4 (comme c'était le cas de la couche 6 des figures 1 à 3) et une seconde couche 24 résistive, qui surmonte la couche conductrice 22 et sur

laquelle reposent les bases des micropoints 12 du conducteur cathodique 5. Dans l'exemple représenté sur la figure 4, chaque conducteur cathodique de la source se présente ainsi sous la forme d'une bande à double couche, les moyens de commande 20 étant reliés aux couches conductrices 22.

La couche conductrice 22 est par exemple en aluminium. La couche résistive 24 joue le rôle de résistance-tampon entre la couche conductrice et les émetteurs élémentaires 12 correspondants.

La couche résistive, qui bien entendu doit avoir une résistance électrique supérieure à celle de la couche conductrice, est de préférence réalisée avec des matériaux présentant une résistivité de l'ordre de 10<sup>2</sup> à 10<sup>6</sup> ohms.cm, compatibles avec le procédé de fabrication des conducteurs cathodiques (voir notamment description de la figure 5).

Pour réaliser cette couche résistive 24, on peut par exemple choisir en tant que matériaux l'oxyde d'indium  $\text{In}_2\text{O}_3$ , l'oxyde d'étain  $\text{SnO}_2$ , l'oxyde de fer  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , l'oxyde de zinc  $\text{ZnO}$  ou le silicium dopé, en s'assurant bien entendu du fait que le matériau choisi a une résistivité supérieure à celle du matériau choisi pour réaliser la couche conductrice.

L'intérêt de la réalisation représentée sur la figure 4 réside entre autres dans le fait qu'elle permet de "reporter" les résistances de "protection", du type des résistances 18 de la figure 3, entre la couche conductrice et chaque émetteur élémentaire. On obtient ainsi un meilleur temps de réponse, sans accroissement notable du coût de la source d'électrons.

En choisissant convenablement la résistivité de la couche résistive et l'épaisseur de cette dernière, on peut limiter l'intensité du courant parcourant chaque conducteur cathodique à une valeur inférieure ou égale à  $I_o$ , tout en laissant passer le courant nominal dans ce conducteur cathodique. La couche résistive 24 assure donc également une protection contre les risques de claquage.

Pour un conducteur cathodique donné, la résistance de charge est celle de la couche conductrice et correspond donc à un temps de réponse largement inférieur à une microseconde, dans le cas d'une couche conductrice en aluminium, ce qui permet de réaliser des écrans complexes de grande taille.

Comme on l'a déjà indiqué, l'utilisation de la couche résistive permet d'associer à chaque émetteur élémentaire une résistance notée  $R_i$ , ce qui permet à cette couche résistive de jouer en outre un rôle d'homogénéisation sur l'émission électronique. En effet, si un émetteur élémentaire d'électrons reçoit un courant électrique trop élevé, la chute de tension résultant de  $R_i$  permet d'abaisser la tension qui est appliquée à cet émetteur et fait donc décroître le courant. Ainsi  $R_i$  a un effet d'auto-régulation sur le courant. Toute luminosité anormale des points lumineux est ainsi fortement atténuée.

On va maintenant expliquer, en s'appuyant sur la figure 5, comment réaliser la source décrite en référence à la figure 4 et plus exactement comment modifier le procédé de fabrication d'une source d'électrons à cathodes émissives à micropoints indiqué dans la demande de brevet français

n°8601024 du 24 janvier 1986 déjà citée, pour obtenir la superposition de la couche conductrice et de la couche résistive dans chaque conducteur cathodique de la source.

Ainsi par exemple, sur un substrat en verre 2, recouvert d'un film de silice 4 de 100 nanomètres d'épaisseur par exemple, on dépose par pulvérisation cathodique une première couche 22 en aluminium de 200 nanomètres d'épaisseur et de résistivité  $3.10^{-6}$  ohm.cm puis, sur cette couche d'aluminium, une deuxième couche 24 en oxyde de fer  $Fe_2O_3$  d'épaisseur 150 nanomètres et de résistivité  $10^4$  ohm.cm, également par pulvérisation cathodique.

Les deux couches ainsi déposées sont ensuite gravées successivement par exemple à travers un même masque de résine par une gravure chimique de façon à obtenir un réseau de bandes ou conducteurs cathodiques parallèles 5 dont la longueur est de 150 millimètres et la largeur de 300 micromètres, l'intervalle entre deux bandes 5 étant de 50 micromètres.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, la gravure de la couche en aluminium peut être réalisée au moyen d'un bain comportant 4 volumes de  $H_3PO_4$  à 85% en poids, 4 volumes de  $CH_3COOH$  pur, 1 volume de  $HNO_3$  à 67% en poids et 1 volume de  $H_2O$ , pendant 6 minutes à température ambiante, pour une couche en aluminium de 200 nm d'épaisseur et la gravure de la couche  $Fe_2O_3$  peut être réalisée au moyen du produit Mixelec Mélange PFE 8.1, commercialisé par la société SOPRELEC S.A., pendant minutes à température ambiante, pour une couche en  $Fe_2O_3$  de 150 nm d'épaisseur.

Le reste de la structure (couches isolantes, grilles, émetteurs, ...) est ensuite réalisé selon le procédé décrit dans la demande de brevet déjà citée (voir description de la figure 5 et des figures suivantes de cette demande).

La résistance de charge est celle de la couche d'aluminium et vaut donc environ 75 ohms. La surface d'une colonne est de  $0,45 \text{ cm}^2$ . Le temps de réponse est donc de l'ordre de 0,15 microseconde, avec une capacité qui reste de l'ordre de 4 nanofarads par  $\text{cm}^2$ .

Pour calculer la valeur de chaque résistance  $R_i$ , on observe que les lignes du courant électrique parcourant les conducteurs cathodiques sont situées dans la couche conductrice et passent dans les différentes micropointes correspondantes en traversant la couche résistive perpendiculairement à celle-ci. La résistance  $R_i$  est donc égale à la résistivité de l'oxyde de fer  $Fe_2O_3$  multipliée par l'épaisseur de la couche résistive et divisée par la surface de base d'un émetteur élémentaire d'électrons, ce qui donne une résistance  $R_i$  égale dans ce cas à environ  $10^7$  ohms.

De ce fait, en fonctionnement nominal, une micropointe est traversée par un courant d'environ 0,1 microampère, ce qui correspond à une chute de tension dans  $R_i$  de 1 volt. Le fonctionnement nominal n'est pas perturbé.

Avec une tension d'excitation de 100 volts, le courant maximum par émetteur peut être de 10 microampères. Pour une surface émissive totale

d'une zone de croisement, de  $0,1 \text{ mm}^2$ , comportant 1000 émetteurs, en admettant que l'ensemble des émetteurs fournissent simultanément le courant maximum (c'est à dire que ces émetteurs soient tous en court-circuit), ce qui est très peu probable, le courant traversant la couche conductrice serait de 10 milliampères, ce qui est la valeur maximum admissible pour éviter le claquage.

Enfin, en supposant que pour une tension de 100 volts, un émetteur élémentaire ait un courant 10 fois plus fort que la normale (1 microampère au lieu de 0,1 microampère), la chute de tension dans  $R_i$  serait de 10 volts, ce qui réduirait d'un coefficient de l'ordre de 4 à 5 l'émission de l'émetteur élémentaire et la ramènerait à une valeur d'environ 0,2 à 0,3 microampère.

On voit donc bien l'effet d'homogénéisation de la résistance  $R_i$ , les points excessivement brillants étant supprimés.

Un autre exemple de réalisation de source conforme à l'invention va être décrit en se référant à la figure 6. Dans cet exemple, le matériau résistif est de façon avantageuse du silicium convenablement dopé. On utilise une couche de ce matériau qui, de préférence, n'est pas gravée entre les conducteurs cathodiques, les courants de fuite qu'elle induit entre ces conducteurs cathodiques étant tolérables.

Ainsi, par exemple, sur un substrat en verre 2, recouvert généralement d'un film de silice 4 de 100 nm d'épaisseur par exemple, on dépose par pulvérisation cathodique une premier couche 22 en aluminium de 200 nm d'épaisseur et de résistivité  $3.10^{-6}$  ohm.cm. Cette couche d'aluminium est ensuite gravée par exemple à travers un masque de résine par une gravure chimique de façon à obtenir un réseau de bandes ou couches conductrices parallèles dont la longueur est de 150 millimètres et la largeur de 300 micromètres par exemple, l'intervalle entre deux bandes étant de 50 micromètres. La gravure de la couche d'aluminium peut être par exemple réalisée au moyen du bain décrit dans l'exemple précédent, relatif à la figure 5. Une couche 25 de silicium dopé au phosphore par exemple, de 500 nm d'épaisseur et d'une résistivité de  $5.10^4$  ohms.cm est ensuite déposée sur le réseau de couches conductrices par des techniques de dépôt sous vide.

Le reste de la structure (couches isolantes, grilles, émetteurs, ...) est ensuite réalisé selon le procédé décrit dans la demande de brevet déjà citée.

La résistance  $R_i$  vaut ici  $2,5.10^8$  ohms. Elle est plus forte que dans l'exemple précédent décrit en référence à la figure 5, ce qui a pour effet d'une part de réduire le courant de fuite dû aux éventuels courts-circuits, d'autre part d'avoir un plus grand effet sur l'homogénéisation de l'émission.

Bien entendu, on peut utiliser dans le mode de réalisation des figures 4 et 5 des matériaux tels que la résistance  $R_i$  soit aussi de l'ordre de  $10^8$  ohms notamment par l'utilisation de Si dopé.

## Revendications

### 1. Source d'électrons comprenant :

- des premières électrodes parallèles (5), jouant le rôle de conducteurs cathodiques, chaque conducteur cathodique comportant une couche électriquement conductrice (22) dont une face porte une pluralité de micropointes (12) qui sont faites d'un matériau émetteur d'électrons, et

- des secondes électrodes parallèles (10), jouant le rôle de grilles, celles-ci étant électriquement isolées des conducteurs cathodiques (5) et faisant un angle avec ceux-ci, ce qui définit des zones de croisement des conducteurs cathodiques et des grilles, les micropointes (12) étant situées au moins dans ces zones de croisement, les grilles (10) étant en outre disposées en regard desdites faces et percées de trous (14) respectivement en regard des micropointes, le sommet de chaque micropointe étant situé sensiblement au niveau du trou qui lui correspond, les micropointes de chaque zone de croisement étant capables d'émettre des électrons lorsque la grille correspondante est polarisée positivement par rapport au conducteur cathodique correspondant, un courant électrique circulant alors dans chaque micropointe de la zone, source caractérisée en ce que chaque conducteur cathodique (5) comporte en outre des moyens prévus pour limiter l'intensité du courant électrique circulant dans chaque micropointe de ce conducteur cathodique, ces moyens comportant une couche résistive (24, 25) continue, disposée sur la couche conductrice (22) du conducteur cathodique (5) correspondant, entre cette couche conductrice et les micropointes (12) correspondantes, ces dernières reposant sur la couche résistive (24, 25).

2. Source selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une pluralité de couches résistives continues (24), respectivement disposées sur les couches conductrices de la source.

3. Source selon la revendication 2, caractérisée en ce que cette pluralité de couches résistives est obtenue par gravure, entre les conducteurs cathodiques, d'une couche résistive continue, unique.

4. Source selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une couche résistive continue unique (25), qui recouvre l'ensemble des couches conductrices de la source.

5. Source selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que chaque couche conductrice (22) est faite d'un matériau choisi dans le groupe comprenant l'aluminium, l'oxyde d'étain dopé à l'antimoine ou au fluor, l'oxyde d'indium dopé à l'étain et le niobium.

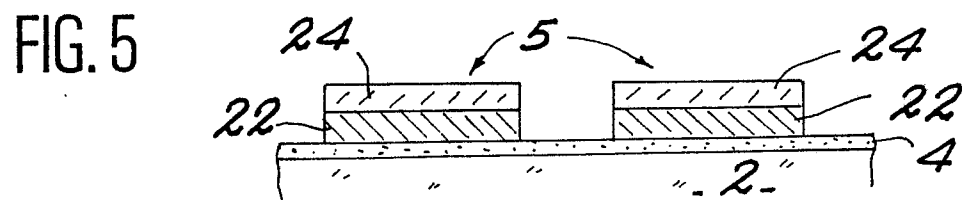
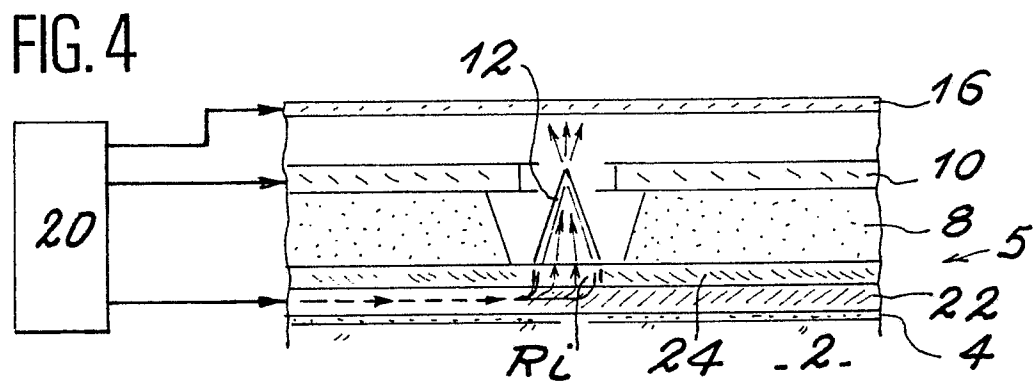
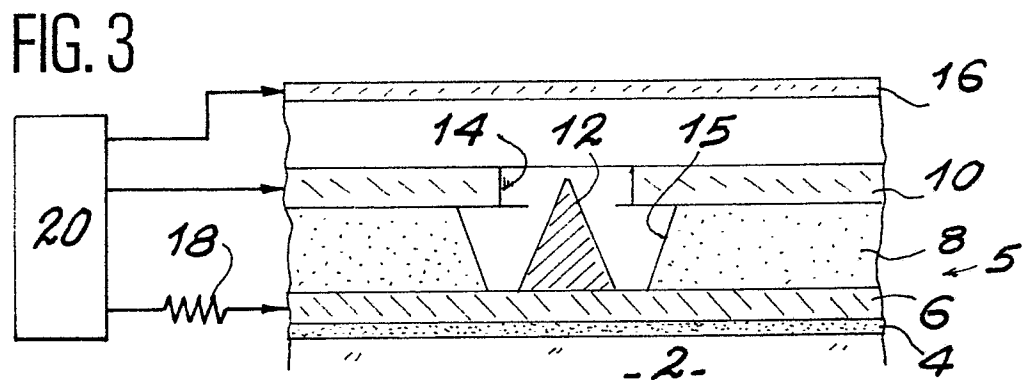
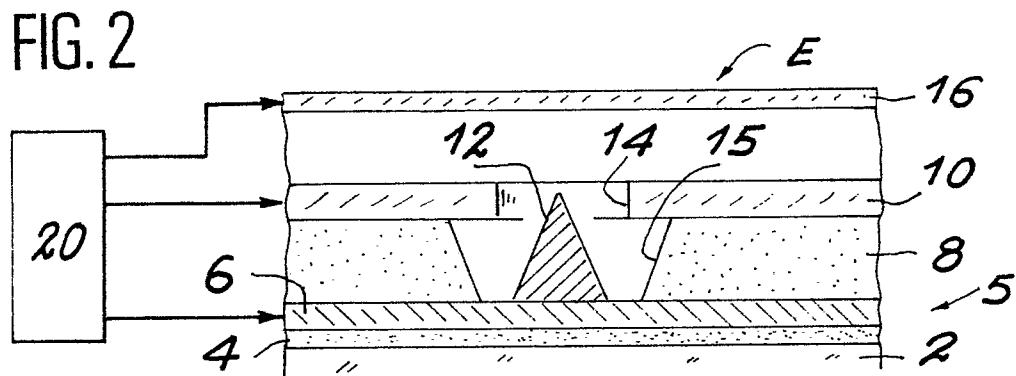
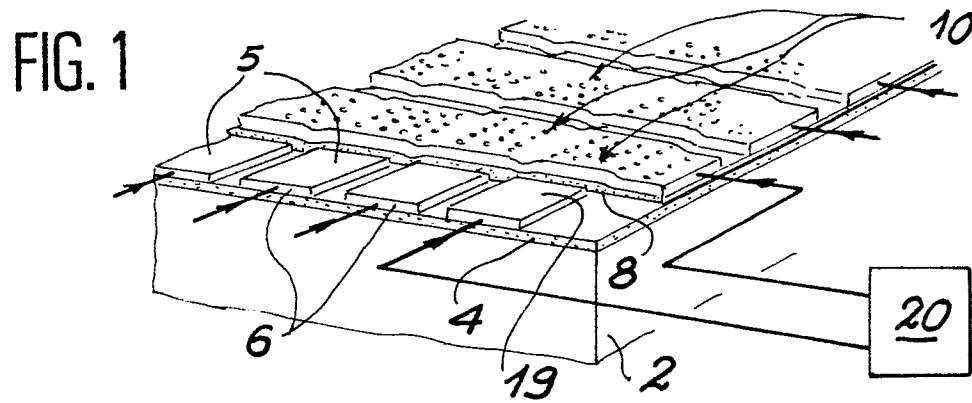
6. Source selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que chaque couche résistive (24, 25) est faite d'un matériau qui est choisi dans le groupe comprenant  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  et  $\text{Si}$  dopé, et qui a une résistivité supérieure à celle du matériau constituant la couche conductrice (22).

7. Source selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la résistivité de chaque couche résistive (24, 25) est comprise entre environ  $10^2$  ohms.cm et  $10^6$  ohms.cm.

8. Dispositif de visualisation par cathodoluminescence, comprenant :

une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes, et

- une anode cathodoluminescente (16), caractérisée en ce que la source est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7.



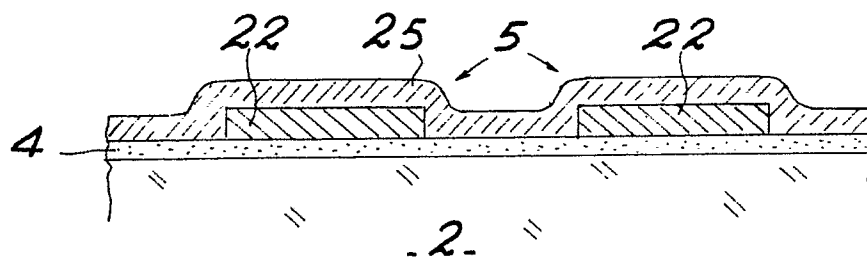


FIG. 6



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)
A	US-A-3 789 471 (SPINDT et al.) * Colonne 6, lignes 53-61 *	1	H 01 J 1/30
A	US-A-4 513 308 (GREENE et al.) * Résumé *	1	
A	US-A-3 671 798 (LEES) * Colonne 2, lignes 70-75 *	1	
A	US-A-4 663 559 (CHRISTENSEN) * Colonne 11, lignes 33-35, 54-56; colonne 12, lignes 15-22 *	1	
A,D	EP-A-0 234 989 (CEA) * Résumé; figures 1,2 *	1	
A	US-A-3 935 500 (OESS et al.) * Colonne 5, lignes 60-66 *	1	
A	US-A-3 735 186 (KLOPFER et al.) * Colonne 1, lignes 29-42 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 7, no. 36 (E-158)[1181], 15 février 1983, page 15 E 158; & JP-A-57 187 849 (NIPPON DENSHIN DENWA KOSHA) 18-11-1982 * Résumé *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) H 01 J 1/00 H 01 J 3/00 H 01 J 31/00
A	US-A-3 453 478 (K.R. SHOULDERS et al.) * Colonne 2, lignes 56-58 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-02-1989	Examineur WITH F.B.
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	