






DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

 Numéro de dépôt: 89403624.3

 Int. Cl.⁵: H01J 1/30, H01J 3/02

 Date de dépôt: 22.12.89


 Priorité: 30.12.88 FR 8817484


 Date de publication de la demande:
04.07.90 Bulletin 90/27


 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT NL

 Demandeur: **THOMSON TUBES ELECTRONIQUES**
38, rue Vauthier
F-92100 Boulogne-Billancourt(FR)

 Inventeur: **Epsztein, Bernard**
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)

 Mandataire: **Guérin, Michel et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67(FR)

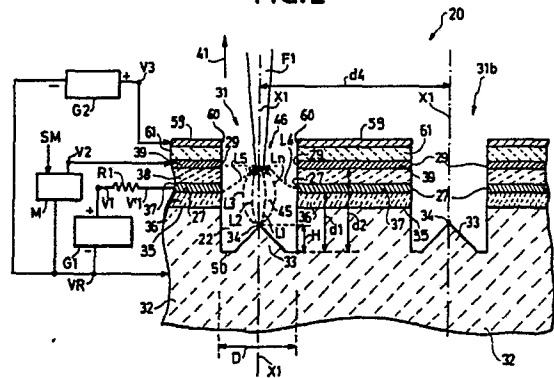
 **Source d'électrons du type à émission de champ.**

 L'invention concerne une source d'électrons (20) formée d'au moins un émetteur élémentaire (31, 31b) d'électrons comportant une pointe émissive (34) ayant un très faible rayon de courbure et fonctionnant suivant le principe de l'émission de champ. Elle s'applique particulièrement dans le cas des réalisations mettant en oeuvre les technologies utilisées pour les circuits intégrés ou dans le domaine des films à couches minces, technologies qui permettent de réaliser une pluralité d'émetteurs élémentaires sur un même substrat.

L'invention a pour objet notamment de permettre de produire un faisceau d'électron (F1) dont l'intensité est indépendante d'éventuelles variations de l'émission électronique par la pointe émissive 34.

La pointe émissive (34) coopère avec une électrode extractrice (27), et selon une caractéristique de l'invention, une électrode de commande (29), ayant un potentiel négatif par rapport à l'électrode extractrice (27), est disposée en aval de cette dernière par rapport au sens de propagation (41) du faisceau (F1).

FIG. 2



EP 0 376 825 A1

SOURCE D'ELECTRONS DU TYPE A EMISSION DE CHAMP

La présente invention concerne une source d'électrons fonctionnant selon le principe de l'émission de champ. Elle a pour objet de perfectionner de telles sources, particulièrement quand elles sont réalisées par des procédés qui relèvent de la technologie des circuits intégrés ou du domaine des dépôts de films en couches minces sur un substrat, comme par exemple pour la fabrication de transistors MOS.

Depuis quelques années, les techniques déjà utilisées pour les circuits intégrés ou dans le domaine des films à couches minces ont permis d'effectuer d'importants progrès dans la fabrication de source d'électrons à émission de champ. Ces techniques permettent notamment d'obtenir des structures de très petites dimensions qui mettent en oeuvre chacune une pointe de très faible rayon de courbure : la pointe est rendue émissive sous l'influence d'un champ électrique créé à l'aide d'une électrode portée à un potentiel positif par rapport au potentiel de la pointe. La structure comportant une pointe constitue un dispositif émetteur élémentaire d'électrons, pouvant former un microtube, du type triode par exemple, ou encore un microcanon à électrons, et ce dispositif élémentaire peut être utilisé seul ou combiné à d'autres tels dispositifs.

Le fonctionnement et les procédés de réalisation de source d'électrons à émission de champ, formés d'une pluralité de dispositifs émetteurs élémentaires sont connus notamment par des études menées au STANFORD RESEARCH INSTITUTE par C.A. SPINDT et publiées entre autres dans Applications of Surface Science, 2, pp. 149-163 (1979) et dans Applications of Surface Science 16 (1983) pp. 268-276, ainsi que dans Journal of Applied Physics, vol. 47, No. 12, December 1976, page 5248-5263.

On peut citer également une demande de brevet français publiée sous le n° 2 568 394, qui mentionne les travaux de C.A. SPINDT, et qui décrit différents modes de fonctionnement et de réalisation de cathodes formées chacune d'une pluralité de micropointes qui émettent des électrons selon le principe de l'émission de champ. Chaque micropointe peut émettre un faisceau d'électrons qui bombarde une anode cathodoluminescente formant l'écran d'un dispositif de visualisation. On trouve aussi des exemples d'utilisation et de fabrication de micropointes, pour constituer des cathodes émission de champ, dans une demande de brevet français n° 80 26934 publiée sous le n° 2 472 264, et dans le document de brevet US 4,513,308.

La figure 1 illustre schématiquement titre

d'exemple un dispositif émetteur élémentaire d'électrons émission de champ, de type connu. Le dispositif émetteur 1 est constitué sur un substrat 2, partiellement représenté mais dont les dimensions peuvent permettre la réalisation d'une pluralité de dispositifs émetteurs 1 disposés côte à côte selon un arrangement matriciel par exemple. Le substrat 2 est en un matériau semi-conducteur, en silicium par exemple, mais il pourrait être également en une couche conductrice, en aluminium par exemple. Dans l'exemple représenté, le substrat 2 est creusé de sorte comporter un puits 3 au centre duquel subsiste une protubérance 4, de forme conique ; le puits 3 est centré autour d'un axe 5 destiné constituer l'axe d'un faisceau d'électrons 6. Ainsi, dans l'exemple représenté, la protubérance ou cône 4 est en un même matériau que le substrat 2, sa base fait corps avec le fond du puits 3, son sommet ou pointe 7 étant orienté vers l'extérieur du puits 3 et situé sur l'axe longitudinal 5. Il est à noter que le cône 2 pourrait être métallique, comme expliqué dans les documents ci-dessus cités, et qu'il pourrait en outre être rapporté sur le substrat 2.

On trouve sur la surface 10 du substrat 2 une couche 9 électriquement isolante. La couche isolante 9 porte une couche 11 en un matériau électriquement conducteur et qui comporte une ouverture au regard du puits 3, de sorte à entourer ce dernier. La couche 11 constitue ainsi, autour de l'axe longitudinal 5, une électrode annulaire, destinée par exemple à constituer une électrode dont la fonction est celle qui est remplie par une électrode Wehnelt telle qu'utilisée notamment dans les canons à électrons de tubes à rayons cathodiques. Au-dessus de l'électrode Wehnelt 11 est déposée une couche électriquement isolante 12, ouverte au regard du puits 3, et que sépare l'électrode Wehnelt 11 d'une seconde couche électriquement conductrice 13 ; cette seconde couche électriquement conductrice 13 est également ouverte au regard du puits 3 de sorte à former une seconde électrode annulaire 13 centrée autour de l'axe longitudinal 5.

La seconde électrode 13 est portée à un potentiel positif, de 100 volts par exemple, par rapport à un potentiel de référence appliquée au substrat 2, l'électrode Wehnelt 11 étant par exemple à un potentiel voisin ou égal à celui du substrat 2.

Dans ces conditions, la pointe 7 émet des électrons sous l'influence du champ électrique créé par le potentiel de la seconde électrode 13 qui constitue ainsi une électrode extractrice. Les électrons émis par la pointe 7 forment un faisceau d'électrons 6, qui éventuellement pourrait être ac-

célébré davantage à l'aide d'électrodes supplémentaires ; mais également l'électrode 13 pourrait être remplacée par une anode sans ouverture pour le passage du faisceau, comme il est décrit dans la demande de brevet français n° 2, 568,394 déjà citée.

Les dimensions de la structure du dispositif émetteur 1 sont de l'ordre de quelques micromètres : par exemple deux ou trois micromètres pour le diamètre D du puits 3 ; de l'ordre d'un micromètre pour la hauteur H du cône 4 ; et de l'ordre de 0,06 micromètre pour le rayon de courbure (non représenté) de la pointe 7 qui constitue la pointe émissive. On peut obtenir avec un tel type de dispositif émetteur, un courant électronique dont l'intensité moyenne peut être de l'ordre de 25 microampères, et qui peut même atteindre et dépasser, en pointe, 100 microampères.

Il est possible d'associer un grand nombre de tels dispositifs émetteurs en parallèle, sous forme de matrice notamment, de sorte à obtenir ainsi l'équivalent d'une source d'électrons ou cathode macroscopique dont le courant peut être modulé par la tension des électrodes extractrices 13.

On peut également utiliser chaque dispositif émetteur élémentaire comme canon d'un microtube, et en associer et combiner un grand nombre pour former l'équivalent d'un circuit intégré, les composants semiconducteurs étant ainsi remplacés par des microtubes à vide.

De telles sources offrent de nombreux avantages. Comparés aux cathodes et canons utilisés classiquement, et dans les tubes hyperfréquences en particulier, ils présentent notamment les avantages suivants :

- absence de chauffage et fonctionnement instantané ;
- possibilité de moduler le courant avec une faible tension de modulation et à basse impédance, d'où la possibilité d'un fonctionnement à très large bande ;
- densité de courant global largement supérieur à ce que l'on sait obtenir actuellement par les moyens traditionnels (actuellement c'est au plus de l'ordre de 10 ampères/cm²).

Vis-à-vis des composants semiconducteurs, les avantages sont les suivants :

- possibilité de puissance par élément nettement supérieure ;
- absence de pertes au sein du matériau ;
- rendement nettement supérieur en hyperfréquences ;
- insensibilité aux rayonnements ionisants ;
- immunité bien supérieure aux impulsions électromagnétiques ;
- possibilités d'applications à la visualisation.

Malgré ces nombreux avantages, cette technique est peu exploitée, du fait qu'elle présente notamment les inconvénients suivants :

- forte variation d'émission d'une pointe émissive à l'autre, en fonction du rayon de courbure qui n'est en pratique pas contrôlable ;
- non linéarité de la caractéristique de modulation ;
- variation aléatoire importante dans le temps du courant émis par une pointe, due à la présence temporaire sur la pointe de molécules de gaz résiduels qui modifient le travail de sortie. Il peut même arriver que le travail de sortie soit diminué au point que l'intensité du courant émis par la pointe soit suffisante pour fondre cette dernière par effet Joule. D'autre part, la variation aléatoire du courant se traduit par un bruit considérable ;
- les électrons émis par la pointe constituent un faisceau à forte divergence pratiquement non refo- calisable.

La présente invention concerne une source d'électrons formée d'au moins un dispositif émetteur élémentaire à émission de champ d'un type semblable à ceux ci-dessus décrits, c'est-à-dire pouvant constituer un microtube à vide, ou un microcanon susceptible d'être appliqué à la visualisation d'un point élémentaire d'image ou encore par exemple un microcanon associé à un grand nombre de dispositifs semblables montés en parallèle en vue de réaliser une cathode macroscopique.

L'invention a pour objet de perfectionner le dispositif émetteur élémentaire d'électrons de manière à éviter les inconvénients ci-dessus mentionnés, tout en conservant une capacité d'émission électronique élevée, et en conservant à ces dispositifs émetteurs élémentaires la possibilité d'être réalisés par les techniques utilisées dans le domaine des circuits intégrés ou dans celui des films à couches minces.

Selon l'invention une source d'électrons produisant des électrons destinés à constituer au moins un faisceau d'électrons, comprenant au moins un dispositif émetteur élémentaire d'électrons du type à émission de champ, le dispositif émetteur comportant une pointe émissive d'électrons portée à un potentiel de référence, une électrode extractrice portée à un potentiel positif par rapport au potentiel de référence, l'électrode extractrice comportant un trou pour le passage d'électrons émis par la pointe émissive, est caractérisée en ce que le dispositif émetteur comporte en outre au moins une électrode de commande munie d'un trou pour le passage d'électrons, l'électrode de commande étant disposée en aval de l'électrode extractrice par rapport au sens de propagation du faisceau, l'électrode de commande étant à un potentiel négatif par rapport à l'électrode extractrice, et en ce que des moyens pour accélérer le faisceau sont disposés en aval de l'électrode de commande.

Par la présence de l'électrode de commande et sa disposition, du fait qu'elle est située en aval

de l'électrode extractrice, l'électrode de commande n'a pas d'action sur l'émission d'électrons par la pointe émissive, mais par contre elle ralentit les électrons qui ont passé le niveau de l'électrode extractrice, et tend en outre à agir comme une lentille électrostatique en faisant converger les électrons vers l'axe du faisceau, et elle tend aussi à réfléchir vers l'électrode extractrice les électrons qui ont de fortes vitesses transverses ; ces actions de l'électrode de commande étant plus ou moins prononcées, notamment en fonction de la valeur du potentiel qui lui est appliquée. Il en résulte une accumulation d'électrons en amont de l'électrode de commande et la création d'une cathode virtuelle située sensiblement au niveau de l'électrode de commande et sur l'axe du faisceau. Par suite, le faisceau d'électrons en aval de l'électrode de commande c'est-à-dire le faisceau utile émis par la cathode virtuelle, a une faible divergence, et son intensité ne dépend pratiquement que de la géométrie de la cathode virtuelle, cette géométrie étant contrôlée par la valeur du potentiel appliqué à la grille de commande.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, fait à titre d'exemple non limitatif, et aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 déjà décrite montre un dispositif émetteur élémentaire d'électrons à émission de champ, selon l'art antérieur ;

- la figure 2 est une vue schématique en coupe, qui montre les éléments caractéristiques d'un dispositif émetteur élémentaire à émission de champ perfectionné conformément à l'invention.

La figure 2 est une vue schématique, en coupe, d'une source d'électrons 20 pouvant comporter un ou une pluralité de dispositifs émetteurs élémentaires d'électrons conformes à l'invention ; mais, dans l'exemple non limitatif décrit, seulement deux dispositifs émetteurs 31, 31 b sont représentés pour plus de clarté de la figure 2. Dans l'exemple non limitatif de la description, les dispositifs émetteurs 31, 31b sont formés à partir d'un substrat 32 en un matériau semi-conducteur, en silicium par exemple. Ces deux dispositifs émetteurs sont identiques, aussi, pour simplifier la description, seulement le premier dispositif émetteur 31 est décrit.

Le substrat 32 est creusé de sorte à constituer un trou ou puits 22, centré sur un axe longitudinal X1, destiné à constituer l'axe d'un faisceau élémentaire F1 d'électrons. Le puits 22 est creusé de sorte à conserver, au centre et sur le fond de ce dernier, une protubérance de forme conique 33 dont le sommet ou pointe 34 est orienté vers l'extérieur du puits et se trouve situé sur l'axe longitudinal X1. Sur la surface 35 du substrat 32, est déposée une couche 36 d'un matériau électriquement isolant. La couche 36 isolante porte à son

tour une couche 37 en un matériau électriquement conducteur. Ces couches 36,37 sont ouvertes en vis-à-vis du puits 22 selon un même diamètre D que ce dernier, de sorte que la couche électriquement conductrice 37 forme une électrode 27 annulaire centrée autour de l'axe longitudinal X1 ou axe du faisceau élémentaire, cette électrode étant destinée à constituer une électrode extractrice 27. Au-dessus de l'électrode extractrice 27, on trouve une autre couche isolante 38 qui sépare l'électrode extractrice 27 d'une seconde couche conductrice 39 ; ces deux dernières couches 38,39 sont ouvertes au regard du puits 22 de manière à laisser passer des électrons émis par la pointe émissive 34, et afin que la couche électriquement conductrice 39 constitue une électrode de commande 29 annulaire centrée autour de l'axe longitudinal X1. Les électrons émis par la pointe émissive 34 sont destinés à former le faisceau élémentaire F1, le sens de propagation du faisceau F1 étant symbolisé sur la figure par une flèche 41.

Le principe de fonctionnement du dispositif émetteur élémentaire 31 et semblable au fonctionnement du dispositif émetteur selon l'art antérieur montré à la figure 1, mais seulement en ce qui concerne la partie "extraction des électrons". En effet la pointe émissive 34 émet des électrons sous l'influence du champ électrique créé par un potentiel d'extraction V1 qui est appliqué à l'électrode extractrice 27 ; ce potentiel V1 étant positif par rapport à un potentiel de référence VR du substrat 32, c'est-à-dire de la pointe émissive 34.

Comme il a été précédemment mentionné, par rapport à la représentation du dispositif émetteur de l'art antérieur représenté à la figure 1, le dispositif émetteur élémentaire 31 de l'invention montré à la figure 2 ne comporte pas d'électrodes wehnelt, car, aussi bien dans le dispositif de l'art antérieur et dans celui de l'invention une telle électrode n'est pas indispensable au fonctionnement, du fait que : particulièrement dans l'art antérieur, la modulation du faisceau électronique peut s'accomplir en modulant le potentiel appliqué à l'électrode extractrice ; dans le dispositif émetteur élémentaire 31 de l'invention, la modulation du faisceau élémentaire F1 est obtenue d'une manière nouvelle et particulièrement avantageuse, à l'aide de l'électrode de commande 29 disposée en aval de l'électrode extractrice 27 par rapport au sens de propagation 41 du faisceau élémentaire. Bien entendu, une électrode wehnelt du type représenté à la figure 1 pourrait également être montée dans le dispositif émetteur 31 de l'invention où elle serait disposée en amont de l'électrode extractrice 27 et portée à un potentiel voisin du potentiel de référence VR.

Compte tenu de la forme et des positions relatives de la pointe émissive 34 et de l'électrode extractrice 27, la distribution de potentiel ou carte

de potentiel entre ces éléments détermine une forte divergence d'un faisceau primaire 45 formé, entre la pointe émissive 34 et l'électrode extractrice 27, par les électrons émis par la pointe émissive 34 : on note la présence d'importantes vitesses transverses pour une forte proportion des électrons émis par cette pointe ; cette forte divergence à partir de la pointe émissive 34 est symbolisée sur la figure 4 par un nombre n de trajectoires L1, L2, ..., Ln d'électrons, le nombre n des trajectoires représentées étant faible pour plus de clarté de la figure. On observe qu'à partir de la pointe émissive 34, certaines de ces trajectoires s'écartent peu de l'axe longitudinal X1 qui constitue l'axe d'émission, les trajectoires L1, L2 par exemple, alors que d'autres trajectoires L3, Ln s'en écartent fortement jusqu'à ce qu'elles atteignent sensiblement, le long de l'axe longitudinal X1, le niveau de l'électrode extractrice 27.

Selon une caractéristique de l'invention, l'électrode extractrice 27 est suivie, dans le sens 41 de propagation du faisceau, par l'électrode de commande 29 qui est portée à un potentiel de commande V2 négatif par rapport au potentiel V1 de la grille extractrice 27. Pour les électrons (symbolisés par les trajectoires L1 à Ln) émis par la pointe émissive 34, l'influence de la grille de commande 29 s'exerce particulièrement à partir de l'instant où ces électrons parviennent au niveau de l'électrode extractrice 27. L'électrode de commande 29 étant négative par rapport à l'électrode extractrice 27, elle ralentit ces électrons qui constituent le faisceau primaire 45. Le faisceau primaire 45, par sa présence, creuse la carte de potentiel et, en fonction du potentiel de commande V2 appliqué à l'électrode de commande 29, il est partiellement réfléchi, comme illustré sur la figure 4 par des trajectoires L4, L5 qui rejoignent l'électrode extractrice 27 et qui montrent que cette dernière peut capter des électrons ainsi réfléchis.

Il se crée alors, sensiblement au niveau de l'électrode de commande 29 et sur l'axe longitudinal X1, une cathode virtuelle 46 (symbolisée par un nuage de points) que seuls peuvent franchir, pour constituer le faisceau d'électrons élémentaire F1, les électrons qui s'écartent peu de l'axe longitudinal X1 soit par une divergence, soit par une convergence, trop prononcée, ou autrement dit une cathode virtuelle 46 que seuls peuvent franchir les électrons possédant une énergie longitudinale suffisante c'est-à-dire dont la vitesse transverse est faible.

On peut considérer que la cathode virtuelle 46 constitue une réserve d'électrons ou un plasma d'électrons, d'où il résulte que l'intensité du faisceau d'électrons élémentaire F1 ou faisceau utile est pratiquement indépendante de la source primaire que représente la pointe émissive 34, et

indépendante des fluctuations en débit d'électrons de cette source primaire 34 ; l'intensité du faisceau élémentaire ou faisceau utile F1 ne dépend que de la géométrie de la cathode virtuelle 46 laquelle est contrôlée par le potentiel V2 appliqué à l'électrode de commande 29. Une variation positive du potentiel V2 appliqué à l'électrode de commande 29 conduit à augmenter l'intensité du faisceau d'électrons élémentaire F1 ou faisceau utile, et même à entraîner la disparition de la cathode virtuelle 46. Il est donc nécessaire, pour le meilleur fonctionnement, que l'intensité moyenne du faisceau primaire 45 émis par la pointe émissive 34 ait une valeur sensiblement égale ou supérieure à l'intensité moyenne du faisceau utile F1 émis par la cathode virtuelle 46.

Ceci est obtenu en ajustant les valeurs de certains paramètres tels que notamment la valeur des potentiels V1, V2 en fonction de la valeur de l'intensité désirée du faisceau utile 40, et en fonction de la dimension de la structure et des distances entre les électrodes. On indique ci-après, à titre d'exemple non limitatif, quelques valeurs qui peuvent être conférées à ces paramètres :

- Le diamètre D du puits 22 est d'ordre de 2 micromètres ; la hauteur H du cône 33 est de l'ordre de 1 micromètre ; le rayon de courbure (non représenté) du sommet ou pointe émissive 34 est de l'ordre de 0,06 micromètre ; la distance d1 entre le fonds 50 du puits 32 et l'électrode extractrice 27 est de l'ordre de 2 micromètres ; la distance d2 entre le fonds 50 et l'électrode de commande 29 est de l'ordre de 3 à 4 micromètres ; les couches électriquement conductrices à partir desquelles sont constituées les électrodes 27,29 ont une épaisseur (non repérée) de l'ordre de 1 micromètre ; d'autre part dans ces conditions, le substrat 32 étant du silicium, la tension de référence VR étant par exemple à 0 volt, le potentiel V1 appliqué à l'électrode extractrice 27 a une valeur d'environ + 100 volts et le potentiel V2 de commande appliqué à la grille de commande 29 a sensiblement une même valeur moyenne que le potentiel de référence VR : ceci pour une intensité du faisceau d'électrons primaire élémentaire F1 ou faisceau utile, en continu, de l'ordre de 50 micro-ampères.

Le potentiel de commande V2 appliqué à l'électrode de commande 29 peut être variable, de sorte notamment à moduler le faisceau utile F1. En effet, dans le cadre des conditions ci-dessus mentionnées, un potentiel négatif de quelques volts appliqué à l'électrode 29 suffit pour bloquer le faisceau utile F1. Une variation d'une dizaine de volts par exemple sur l'électrode de commande 29 suffit pour obtenir toutes les valeurs d'intensité IF du faisceau utile F1 : la caractéristique $IF = f(V2)$ s'apparente à la caractéristique $I_p = f(V_g)$ d'un tube de type tétrode et présente la même linéarité.

Il est à noter que, au-delà de la grille de commande 29, les électrons qui constituent le faisceau élémentaire ou faisceau utile F1 peuvent être réaccélérés au moyen d'une anode auxiliaire ou d'une électrode accélératrice, ou d'une anode cathodoluminescente, ou de quelque autre moyen d'accélération en lui-même classique, déjà contenu dans le dispositif (non représenté) dans lequel la source 20 peut constituer une cathode, dans un tube hyperfréquence (non représenté) par exemple. Dans un tel cas, le dispositif émetteur élémentaire 31 peut être du type triode c'est-à-dire que sa structure peut se limiter à la pointe émettrice 34, l'électrode extractrice 27 et l'électrode de commande 29, la partie haute tension du tube hyperfréquence servant à accélérer le faisceau.

Cependant il est possible également, comme il est représenté sur la figure 2, de réaccélérer les électrons au moyen d'une anode auxiliaire 60 disposée en aval de l'électrode de commande 29. L'anode auxiliaire 60 peut être réalisée à partir d'une couche électriquement conductrice 59 qui est séparée de l'électrode de commande 29 par une couche isolante 61, ces deux couches 59,61 étant gravées de manière à être ouvertes en vis-à-vis du puits 22 et laisser passer le faisceau utile F1.

Dans l'exemple non limitatif de la description, le cône 33 servant à former la pointe émissive 34 est constitué à partir du substrat 32, en silicium dans l'exemple, mais dans l'esprit de l'invention le substrat 32 pourrait être d'un autre type, et en outre le cône 33 pourrait être réalisé en un matériau différent de celui formant le substrat 32, un matériau électriquement conducteur comme par exemple du tungstène, ou du molybdène (comme enseigné dans les documents précédemment cités), qui serait rapporté sur le fonds 50 du puits 22 et gravé pour constituer la pointe émissive 34.

Il est à noter enfin, que pour éviter la fusion par effet Joule de la pointe émissive 34, quand cette dernière émet un courant électronique de trop forte intensité, on peut diminuer la valeur du potentiel V1 appliquée à l'électrode extractrice 27, et ceci seulement tant que l'intensité du courant émis est trop forte. A cet effet, il est possible par exemple de monter une résistance R1 en série avec l'alimentation de l'électrode extractrice 27, c'est-à-dire entre cette dernière et le potentiel d'extraction V1. Il en résulte que si l'émission par la pointe émissive 34 devient trop forte, une forte proportion des électrons du faisceau primaire 45 sont réfléchis par la cathode virtuelle 46 et ces électrons retombent sur l'électrode d'extraction 36 par laquelle ils sont captés. Si la valeur de la résistance R1 est correctement choisie, le nouveau potentiel d'extraction V'1, appliqué à l'électrode extractrice 27 du fait de la présence de la résistance R1, diminue

suffisamment pour ramener l'intensité de l'émission à une valeur convenable.

Cette configuration est illustrée schématiquement à la figure 2, qui montre que la résistance R1 est reliée par l'une de ces extrémités à la couche conductrice 37 qui sert à constituer l'électrode extractrice 27, et par l'autre extrémité au pôle positif + d'un générateur de tension G1 délivrant la tension d'extraction V1, l'autre pôle de ce générateur étant relié au substrat 32 et formant la tension de référence VR. D'autre part, dans l'exemple non limitatif décrit, l'électrode de commande 29 est reliée à la tension de référence VR par l'intermédiaire d'un dispositif de modulation M, auquel peut être appliqué un signal de modulation SM, et qui permet d'ajuster le second potentiel V2 de commande appliqué à l'électrode de commande 29 ; le signal de modulation SM pouvant être éventuellement superposé au potentiel de commande V2. Un second générateur de tension G2 délivre par une sortie positive + le troisième potentiel V3, de + 100 V par exemple, qui est appliqué à l'anode accélératrice 60, la sortie négative - de ce second générateur G2 étant reliée à la tension de référence VR, c'est-à-dire au substrat 32.

Comme il a été précédemment mentionné, le dispositif émetteur élémentaire 31 est réalisé de préférence (mais non nécessairement) par une technologie propre aux circuits intégrés et au domaine des films en couches minces, c'est-à-dire en utilisant un substrat et des dépôts successifs de couches isolantes et conductrices, et en utilisant des techniques de gravure courantes dans la technologie des circuits intégrés et des films en couches minces. Par suite un même substrat 32 peut porter un grand nombre (1 million par exemple) de dispositifs élémentaires d'électrons tel que le dispositif 31, sur une faible surface.

Les dispositifs émetteurs élémentaires montés sur un même substrat peuvent être liés entre eux pour former un circuit complexe, d'une même manière que dans le cas d'un circuit intégré. On peut également, par exemple, associer ces dispositifs émetteurs élémentaires en les montant en parallèle, de sorte à obtenir l'équivalent d'une cathode macroscopique dont le courant, en pointe, pourrait atteindre 100 ampères ou plus. Dans ce cas, toutes les pointes émissives 34 peuvent être au même potentiel de référence VR ; toutes les électrodes extractrices 27 peuvent être réalisées à partir d'une même couche électriquement conductrice 37 et sont donc reliées entre elles, de même éventuellement que toutes les grilles de commande 29 et toutes les anodes accélératrices 60. Une telle réalisation est illustrée sur la figure 2 dans laquelle le substrat 32 porte le premier et le second dispositifs émetteurs élémentaires 31, 31b. Ces deux dispositifs émetteurs 31, 31b appartiennent par exemple à

une même ligne qui pourrait comporter 1000 tels dispositifs émetteurs ; et une distance d4 de l'ordre de quelques micromètres à une centaine de micromètres par exemple, entre l'axe longitudinal X1 de chacun de ces dispositif émetteur 31, 31b, peut représenter le pas entre deux colonnes successives de tels dispositifs émetteurs, colonnes qui s'étendent dans un plan perpendiculaire à celui de la figure.

Revendications

1. Source d'électrons (20) produisant des électrons destinés à constituer au moins un faisceau d'électrons (F1), comprenant au moins un dispositif émetteur (31) d'électrons du type à émission de champ, le dispositif émetteur (31) comportant une pointe émissive (34) d'électrons portée à un potentiel de référence (VR), une électrode extractrice (27) portée à un potentiel d'extraction positif (V1, V'1) par rapport au potentiel de référence (VR), l'électrode extractrice (27) comportant un trou pour le passage des électrons (L1 à Ln) émis par la pointe émissive (34), caractérisée en ce que le dispositif émetteur (31) comporte en outre au moins une électrode de commande (29) disposée en aval de l'électrode extractrices (27) par rapport au sens de propagation (41) du faisceau, l'électrode de commande (29) étant portée à un potentiel de commande négatif (V2) par rapport à l'électrode extractrice (27), et en ce que des moyens (60) pour accélérer le faisceau (F1) sont disposés en aval de l'électrode de commande (29).

2. Source d'électrons selon la revendication 1, caractérisée en ce que la pointe émissive (34) et les électrodes extractrice et de commande (27, 29) sont portées par un même substrat (32), et en ce que les électrodes extractrices et de commandes (27,29) sont constituées par une succession de couches isolantes et conductrices (35,36,37,38,39) déposées sur le substrat (32) et gravées de manière à constituer un puits (22) dans lequel est située la pointe émissive (34).

3. Source d'électrons selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'un même substrat (32) porte une pluralité de dispositif émetteur (31, 31b).

4. Source d'électrons selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que le substrat (32) est en un matériau semi-conducteur.

5. Source d'électrons selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisée en ce que toutes les pointes émissives (34), toutes les électrodes extractrices (36), toutes les électrodes de commandes (39) sont électriquement reliées entre elles.

6. Source d'électrons selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le potentiel de commande (V2) appliqué à l'électrode

de commande (29) est modulé par un signal de modulation (SM).

7. Source d'électrons selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le potentiel de commande (V2) appliqué à l'électrode de commande (29) a une valeur moyenne sensiblement égale au potentiel de référence (VR).

8. Source d'électrons selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens pour accélérer le faisceau (40) comportent une anode auxiliaire (60) formée par une couche électriquement conductrice déposée sur une couche isolante (59) elle-même déposée sur l'électrode de commande (29).

9. Source d'électrons selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif émetteur (31,31b) comporte des moyens (R1) pour limiter l'intensité du courant électronique émis par la pointe émissive (34), quand cette intensité devient trop importante.

10. Source d'électrons selon la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens pour limiter l'intensité du courant électronique émis par la pointe émissive (34) comportent au moins une résistance (R1) montée en série entre l'électrode extractrice (27) et le potentiel d'extraction (V1) destiné à être appliqué à cette électrode extractrice.

FIG. 1

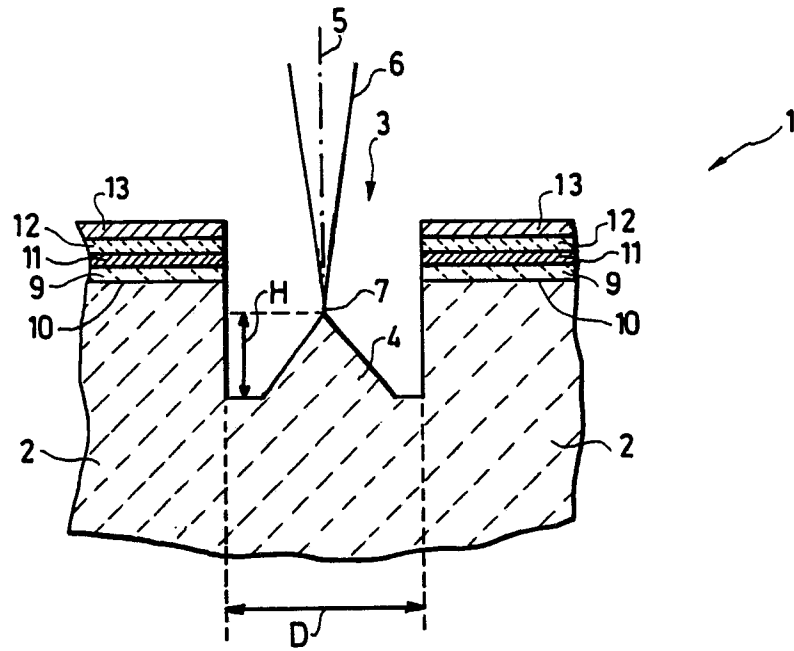
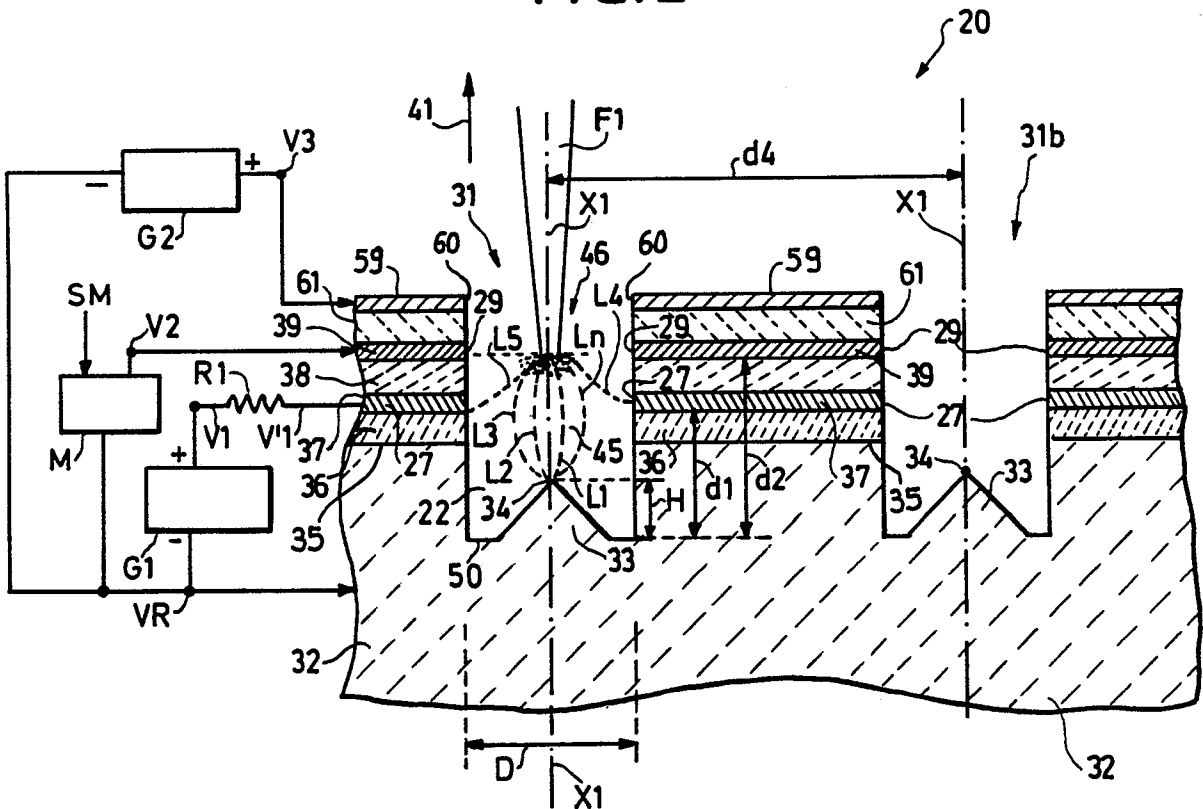


FIG. 2





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	US-A-3 753 022 (D. FRASER) * Colonne 1, lignes 34-40; colonne 2, lignes 40-63; colonne 4, lignes 46-54; figure 1 * ----	1-3,6,8	H 01 J 1/30 H 01 J 3/02
A	US-A-4 663 559 (A. CHRISTENSEN) * Colonne 8, lignes 30-44; colonne 13, lignes 16-18; figure 2 * ----	1,2	
D,A	US-A-4 513 308 (R. GREENE) * Colonne 3, lignes 5-7,25-33 * -----	3,4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H 01 J 1/30 H 01 J 3/02 H 01 J 31/00
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 02-04-1990	Examineur ROWLES K. E. 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			