(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 718 567**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **94 04424**

(51) Int Cl[6] : H 01 J 19/02, 29/04

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 12.04.94.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 13.10.95 Bulletin 95/41.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *RIEGE Hans, Karl, Otto* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Riege Hans Karl Otto, Meineke Andreas et Handerek Jan.

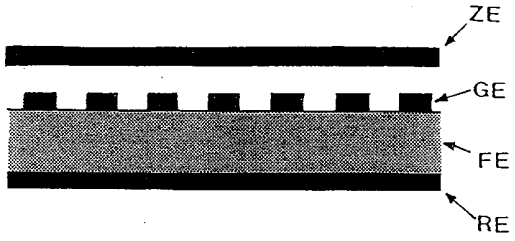
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** CAPRI S.A.R.L.

(54) Cathode ferroélectrique pour la production d'électrons et son procédé de fabrication.

(57) L'invention concerne une cathode ferroélectrique, constituée d'une première couche conductrice (RE), d'au moins une couche mince de matériau ferroélectrique (FE), d'au moins un arrangement d'électrode (GE) partiellement transmetteur d'électrons et d'au moins une électrode de réception (ZE) et plus particulièrement le procédé de fabrication d'une telle cathode ferroélectrique, ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

- broyer un matériau ferroélectrique pour obtenir une poudre à grains fins,
- mélanger le matériau ferroélectrique broyé avec un liant pour obtenir un mélange ferroélectrique ayant une consistance semblable à une pâte,
- appliquer le mélange ferroélectrique sur au moins un côté de la couche conductrice (RE) pour former une couche ferroélectrique (FE),
- fixer un arrangement d'électrode (GE) partiellement transmetteur d'électrons sur la couche ferroélectrique (FE).



FR 2 718 567 - A1

DESCRIPTION

Cathode ferroélectrique pour la production d'électrons et son procédé de fabrication

L'invention concerne la fabrication simple et bon marché d'une source de faisceaux d'électrons et plus particulièrement d'une cathode ferroélectrique qui, au moyen d'excitation répétitive avec des impulsions de courant de forte intensité dans le domaine inférieur à une microseconde, peut émettre sur une grande surface des courants d'électrons intensifs dans le milieu environnant, qui peut être du gaz, du plasma ou du vide.

La production de faisceaux d'électrons pulsés à l'aide de cristaux ou de céramiques ferroélectriques a été décrit en détail dans les demandes de brevets FR – 2.639.151, DE – 3.833.604 et EP – 0 428 852 A2, ainsi que dans les documents H. Gundel, H. Riege, E.J.N. Wilson, J. Handerek et K. Zioutas, Ferroelectrics 100 (1989) p. 1-16, et H. Riege, NIM in Phys. Research A 340 (1994) p. 80-89. Le rayon d'action de ces méthodes d'émission concerne de nombreux domaines d'application des techniques d'émission classiques et dépasse en partie de beaucoup les possibilités conventionelles. Les avantages principaux sont, outre le rendement élevé d'électrons, le maniement simple des cathodes ferroélectriques robustes dans des conditions telles que la compatibilité avec des atmosphères environnantes de gaz ou de plasma ayant une température ambiante élevée, sans qu'un échauffement de la cathode elle-même ne soit nécessaire, ou telles que la liberation aisée de l'émission au moyen d'impulsions de haute tension de faible amplitude, d'illumination par laser ou d'impulsions de pression mécanique.

Toutes les cathodes ferroélectriques décrites à ce jour étaient réalisées sous la forme de plaques minces à partir de barres en matériau monocristallin ou en matériau céramique polycristallin fritté plus ou moins homogène. Des réalisations de couches minces par des procédés de couches minces courants ont également abouti à des résultats satisfaisants. Les deux procédés fournissent des émetteurs de bonne qualité de grande durée de vie et de capacité d'émission élevée. Toutefois, la production de cathodes ferroélectriques selon ces deux procédés s'avère très coûteuse. Pour de nombreuses applications, particulièrement celles où de grandes surfaces de cathodes sont nécessaire, un procédé de fabrication moins coûteux et plus simple est souhaitable.

Les inconvénients des cathodes ferroélectriques existantes, à savoir une fabrication coûteuse particulièrement pour des grandes surfaces émettrices, sont supprimés par la présente invention. Elle peut en quelque sorte être considerée comme la "cathode du pauvre". De plus, elle combine avec une fabrication simple une grande capacité d'émission à des tensions d'excitation faibles de l'ordre de centaines de volts selon l'épaisseur et la composition de la cathode.

L'objet de la présent invention est donc la mise en œuvre d'une cathode ferroélectrique bon marché à grande capacité d'émission, qui peut être fabriquée avec des techniques très simples.

Ces exigences sont satisfaites par une cathode ferroélectrique constituée d'une première couche conductrice, d'au moins une couche mince de matériau ferroélectrique, d'au moins un arrangement d'électrode partiellement transmetteur d'électrons et d'au moins une électrode de réception.

Selon l'invention, la cathode ferroélectrique est fabriquée suivant un procédé comprenant les étapes suivantes:

- un matériau ferroélectrique est broyé pour obtenir une poudre à grains fins,

- le matériau ferroélectrique broyé est mélangé avec une liant pour obtenir un mélange ferroélectrique ayant une consistance semblable à une pâte,
- le mélange ferroélectrique est appliqué sur au moins un côté de la couche conductrice pour former une couche ferroélectrique, et
- l'arrangement d'électrode partiellement transmetteur d'électrons est fixé sur la couche ferroélectrique.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, les étapes d'appliquer la couche ferroélectrique et de fixer l'arrangement d'électrode sont effectuées sur les deux côtés de la couche conductrice. Il est ainsi possible de réaliser des systèmes cylindresymétriques à trois tubes par exemple.

Avantageusement, l'application de la couche ferroélectrique est effectuée par laminage mécanique ou par enduction avec une épaisseur définie. Ces deux méthodes sont nettement plus simple et moins coûteuses que les procédés des couches minces, tels que, par exemple, la vaporisation ou l'application par pulvérisation ou par CVD (déposition en phase gazeuse par procédé chimique). Dans un autre mode de réalisation avantageux, l'application de la couche ferroélectrique est effectuée par immersion de la couche conductrice dans le mélange ferroélectrique liquide. Il est ainsi possible d'enduire la couche conductrice simultanément des deux cotés avec des couches ferroélectriques.

Selon un mode de rélisation particulier de l'invention la fixation de l'arrangement d'électrode partiellement transmetteur d'électrons sur la couche ferroélectrique est effectuée par vaporisation à travers des masques adaptés à la forme de l'électrode. L'avantage de cette mise en œuvre consiste dans les faibles sollicitations mécaniques et thermiques de la couche ferroélectrique.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, la fixation de l'arrangement d'électrode partiellement transmetteur d'électrons sur la couche ferroélectrique est effectuée par sérigraphie. Ce procédé est plus simple que la vaporisation, mais la couche ferroélectrique doit assimiler les tensions thermiques apparaissant lors du traitment thermique final sans s'écailler de la couche conductrice.

Avantageusement, le matériau ferroélectrique utilisé est du titanate de plomb ou du titanate de plomb-lanthanum-zirconium (PLZT), cette classe de ferroélectriques présentant des valeurs de polarisation spontanée particulièrement élevées. Mais l'utilisation d'autres matériaux ferroélectriques n'est pas exclue. La poudre ferroélectrique peut être obtenue en broyant des céramiques desdits matériaux, la taille moyenne des grains de la poudre devant être comprise entre 1 μm et 0.1 mm.

Comme liant pour la poudre ferroélectrique, on peut avantageusement utiliser du plexiglas dissout dans du chloroforme, ce dernier pouvant aisément être évaporé par échauffement du dispositif.

Selon la présente invention, est donc proposé une cathode ferroélectrique constituée d'une première couche conductrice, d'au moins un couche mince de matériau roélectrique, d'au moins un arrangement d'électrode partiellement transmetteur d'électrons et d'au moins une électrode de réception, la cathode étant caractérisée en ce que la couche ferroélectrique est constituée d'un mélange de matériau ferroélectrique pulverisé et d'un liant.

Deux modes de réalisation de la présente invention vont maintenant être décrits dans la description suivante, à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins joints, sur lequels:

la figure 1 représente schématiquement une cathode selon un premier mode de réalisation de l'invention, et

la figure 2 représente schématiquement une cathode selon un second mode de réalisation de l'invention.

La cathode représentée sur la fig. 1 est constituée d'une couche conductrice plane RE, par exemple une électrode de base, qui peut avoir une forme quelconque et qui est réalisée en un matériau conducteur, tel que de la tôle métallique par exemple. Sur un des côtés de cette couche conductrice RE, le côté supérieur sur la fig. 1, est appliqué une mince couche ferroélectrique FE. Selon l'invention, cette couche ferroélectrique FE se compose d'un matériau ferroélectrique broyé sous forme de poudre à grains fins et d'un liant organique ou anorganique non-conducteur. Comme matériau ferroélectrique, on utilise avantageusement du titanate de plomb ou du PLZT (titanate de plomb-lantanum-zirconium), qui présentent des valeurs de la polarisation spontanée élevées et qui peuvent aisément être broyés à partir de desdits matériaux céramiques pour former une poudre à grains fins. La taille moyennes des grains devrait être inférieur à environ 0,1 mm, pour que l'homogénéité de la couche ferroélectrique soit garantie, mais ne devrait pas être inférieure à environ 1 μm, pour assurer la formation de la phase ferroélectrique.

Le liant peut être par exemple du plexiglas dissout dans du chloroforme. La poudre ferroélectrique et le liant sont mélangés de manière homogène pour obtenir un mélange ferroélectrique ayant une consistance semblable à une pâte. Après application de ce mélange ferroélectrique sur la couche conductrice RE, ce qui peut par exemple être obtenu par laminage ou par enduction avec une épaisseur définie, le solvant, c'est à dire le chloroforme dans notre exemple, est facilement évaporé par échauffement. Avantageusement, la couche conductrice RE peut aussi être immergée dans le mélange ferroélectrique, par quoi ladite couche conductrice RE est enduite simultanément des deux côtés avec une telle couche ferroélectrique FE. Toutefois, les autres méthodes d'application précitées sont également adaptées pour une application du mélange ferroélectrique sur les deux côtés de la couche conductrice (RE).

Sur la couche ferroélectrique FE est fixé un arrangement d'électrode GE. Ceci est réalisé par example par vaporisation, par pulverisation cathodique ou par sérigraphie sur la côté émetteur de la couche ferroélectrique FE. Selon l'invention, l'arrangement d'électrode GE est partiellement transmetteur pour les électrons à émettre et est par example réalisé sous la forme d'une grille à bandes ou à trous.

Face à la surface émettrice de la couche ferroélectrique FE, c'est à dire face à l'arrangement d'électrode GE, est disposée une électrode de réception ZE (Anode) par laquelle le circuit émetteur est fermé électriquement. L'électrode de réception ZE est séparée de l'arrangement d'électrode GE par un volume dans lequel la cathode émet des électrons. Ce volume peut avantageusement contenir un vide poussé, du gaz ou du plasma.

Sur la figure 2 est représenté un second mode de réalisation de l'invention, dans lequel la cathode est arrangée dans une configuration coaxiale cylindresymétrique à trois tubes. Le tube central, constitué de la couche conductrice RE, est pourvu respectivement à l'intérieur et à l'extérieur avec une couche ferroélectrique émettrice FE1 et FE2, qui émettent chacune des électrons respectivement sur le tube intérieur, c'est à dire l'électrode de réception ZE1, et sur le tube extérieur, c'est à dire l'électrode de réception ZE2. L'arrangement renferme deux volumes, qui sont d'abord remplis avec des gaz inertes, qui peuvent être différents et qui, après ionisation par des faisceaux d'électrons emis, peuvent être incités à des réactions chimiques par l'intermédiaire d'ouvertures de liaison dans le système de tube. A la place du gaz sous pression quelconque, le système peut aussi être rempli avec du plasma.

Les deux modes de réalisations sont basés sur le fait, que, lors du fonctionnement d'émission avec un taux de répetition élevé, de grandes quantités de gaz peuvent être activées et mises en réaction en circulant à travers de ces systèmes. Il est toutefois à noter, qu'en raison de la longueur de chemin libre des électrons dépendante de la pression du gaz, lesdits électrons ayant une énergie cinétique de l'ordre de l'amplitude des impulsions de tension utilisées pour exciter l'émission, l'optimisation des processus de

réactions chimiques exige le control de la pression et de la vitesse de passage du gaz, ainsi que la choix adéquat de la distance entre l'électrode de réception ZE et l'arrangement d'électrode GE.

Il faut également noter, que pour l'utilisation de surfaces d'émission de la taille de quelques centaines de cm^2 jusqu'au m^2, des énergies électriques primaires, particulièrement des puissances d'impulsions d'excitation très élevées doivent être fournies. De telles impulsions de haut puissance peuvent être produites par le montage en parallel de plusieurs petits générateurs d'impulsion ayant une impédance basse ou par des générateurs d'impulsions spéciaux à haute puissance et fort courant ayant une impédance basse.

Dans les deux modes de réalisation, ont été décrits une cathode plane, émittrice d'un côté et une cathode cylindrique émittrice des deux côtés. Il est clair, que la cathode selon l'invention peut adopter une forme quelconque. Elle pourrait par example être convexe, concave, ou sphérique et émettre dans tous les cas soit uniquement d'un côté, soit des deux côtés.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique, constituée d'une première couche conductrice (RE), d'au moins une couche mince de matériau ferroélectrique (FE), d'au moins un arrangement d'électrode (GE) partiellement transmetteur d'électrons et d'au moins une électrode de réception (ZE),

caractérisé par les étapes suivantes:

- broyer un matériau ferroélectrique pour obtenir une poudre à grains fins,
- mélanger le matériau ferroélectrique broyé avec un liant pour obtenir un mélange ferroélectrique ayant une consistance semblable à une pâte,
- appliquer le mélange ferroélectrique sur au moins un côté de la couche conductrice (RE) pour former une couche ferroélectrique (FE),
- fixer un arrangement d'électrode (GE) partiellement transmetteur d'électrons sur la couche ferroélectrique (FE).

2. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon la revendication 1, dans lequel les étapes d'appliquer la couche ferroélectrique (FE) et de fixer l'arrangement d'électrode (GE) sont effectuées sur les deux côtés de la couche conductrice (RE).

3. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel l'étape d'appliquer la couche ferroélectrique (FE) est effectuée par laminage ou par enduction.

4. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon larevendication 1 ou la revendication 2, dans lequel l'étape d'appliquer la couche ferroélectrique (FE) est effectuée par immersion de la couche conductrice (RE) dans le mélange ferroélectrique.

5. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de fixer l'arrangement d'électrode (GE) partiellement transmetteur d'électrons sur la couche ferroélectrique (FE) est effectuée par vaporisation à travers des masques.

6. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape de fixer l'arrangement d'électrode (GE) partiellement transmetteur d'électrons sur la couche ferroélectrique (FE) est effectuée par impression ou par sérigraphie.

7. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau ferroélectrique est du titanate de plomb ou du PLZT (titanate de plomb-lanthanum-zirconium).

8. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la taille moyenne des grains du matériau ferroélectrique broyé est comprise entre environ 1 μm et environ 0,1 mm.

9. Procédé de fabrication d'une cathode ferroélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le liant est du plexiglas dissout dans du chloroforme.

10. Cathode ferroélectrique constituée d'une première couche conductrice (RE) d'au moins une couche mince de matériau ferroélectrique (FE), d'au moins un arrangement d'électrode (GE) partiellement transmetteur d'électrons et d'au moins une électrode de réception (ZE), caractérisée en ce que la couche ferroélectrique (FE) est constituée d'un mélange de matériau ferroélectrique pulverisé et d'un liant.

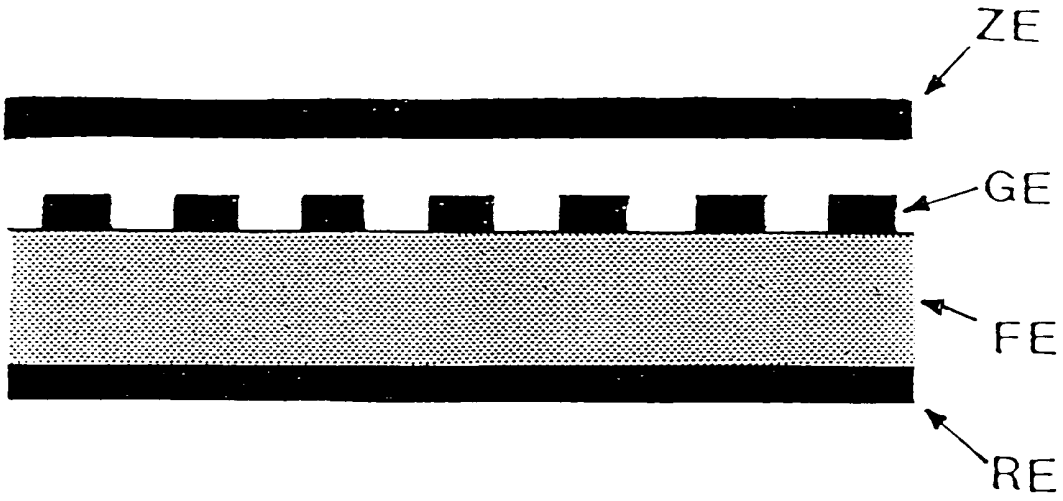


FIG. 1

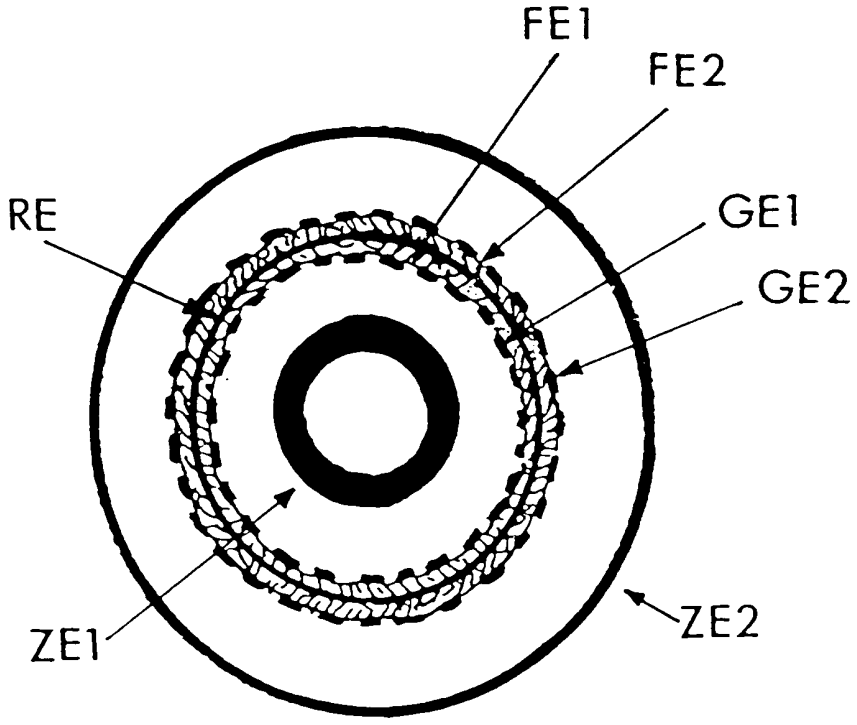


FIG. 2

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2718567

N° d'enregistrement national

FA 500802
FR 9404424

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,Y	EP-A-0 428 853 (H.RIEGE) * revendication 1; figures 1,2 * ---	1,10
Y	Week 7835, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 78-63061 & SU-A-575 711 (ASRA) 2 Novembre 1977 * abrégé * ---	1,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 139 (E-1519) 8 Mars 1994 & JP-A-05 325 777 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO) 10 Décembre 1993 * abrégé * ---	1,10
D,A	NUCLEAR INSTRUMENTS AND METHODS IN PHYSICS RESEARCH A, vol.340, no.1, 11 Février 1994, AMSTERDAM NL pages 80 - 89 H.RIEGE 'electron emission from ferroelectrics- a review' * page 88 * ---	1
D,A	DE-A-38 33 604 (H.RIEGE) -----	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)

H01J

Date d'achèvement de la recherche: 28 Décembre 1994

Examinateur: Van den Bulcke, E

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)