

## Tubes à rayons X à micropointes

R. Baptist, J.F. Boronat<sup>1</sup>, R. Meyer<sup>1</sup>, P. Nicolas<sup>1</sup>, D. Sarrasin<sup>1</sup>, J. Duval<sup>2</sup>  
et A. Baffert-Rey<sup>2</sup>

CEA-LETI, Départements de Microtechnologies, 38054 Grenoble cedex 9, France

<sup>1</sup> CEA-LETI, Département d'Optronique, 38054 Grenoble cedex 9, France

<sup>2</sup> IRELEC, BP. 316, 38407 Saint-Martin-d'Hères, France

**Résumé.** Un prototype de source à rayons X à micropointes a été réalisé puis caractérisé. L'utilisation de cathodes à micropointes à effet de champ produites par les techniques de la microélectronique ouvre un champ d'applications important pour des sources plates, adressables et multi-anodes, en particulier, dans le domaine des énergies inférieures à 10 keV.

### 1. DESCRIPTION DE LA SOURCE X A MICROPOINTES

Les sources d'électrons à micropointes sont utilisées dans la fabrication d'écrans plats de visualisation [1]. La possibilité de les matricer les rend aussi attractives pour d'autres applications, telles que les sources à rayons X planes. Une matrice 32 x 32, dont un détail est représenté sur la figure 1, est utilisée dans un prototype de source à rayons X (fig. 2), face à une anode composée de 130 nm de molybdène déposés sur une fenêtre en béryllium de 125µm. La surface en Mo recevant les électrons et émettant les photons X mesure environ 1 cm<sup>2</sup>. Le maintien du vide dans la source est assuré par un getter.

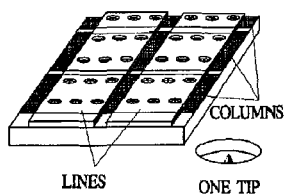


Figure 1. Matrice de micropointes.

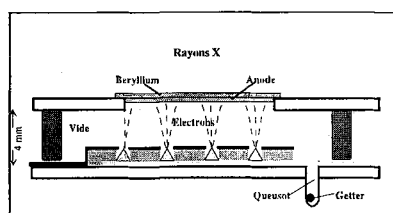


Figure 2. Source à rayons X plane.

L'émission d'électrons par la cathode se fait en appliquant une différence de potentiel entre la grille d'extraction (lignes) et les pointes (colonnes). Les valeurs typiques vont de 50V à 100V pour une émission globale comprise entre le µA et quelques mA. La tension d'anode, fixant l'énergie maximale des rayons X émis, est inférieure à 10 kV dans ce prototype.

### 2. CARACTERISTIQUES

Des spectres de rayons X émis ont été enregistrés à l'aide d'un détecteur Si-PIN de type photodiode [2]. Afin de limiter le taux de comptage à une valeur compatible avec la capacité de la chaîne de mesure, le courant émis a été limité à 0.1µA. Sur la figure 3, on distingue la

raie Mo-L à 2.293 keV, dont l'intensité par rapport à celle du rayonnement de freinage varie avec l'énergie des électrons imposée par la tension appliquée sur l'anode.

La figure 4 représente l'intensité (intégrée sur tout le spectre) mesurée avec un détecteur à scintillation en fonction du courant émis (tension d'anode : 6 kV). A 60  $\mu$ A, et à une tension de 5 kV sur l'anode, cette intensité correspond à  $1.5 \cdot 10^8$  photons émis par seconde et par  $\text{cm}^2$  de surface émissive. C'est en gros  $2\pi$  fois plus que ce qui est émis par un tube X classique opérant dans les mêmes conditions et pour lequel l'angle solide n'est que d'un stéradian. Une augmentation du courant par un facteur 15 ne doit pas poser de problèmes.

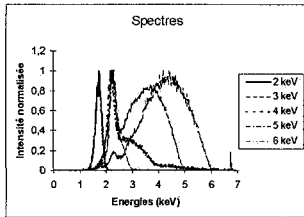


Figure 3. Spectres à basse énergie du Bremsstrahlung et de la raie (Mo-L).

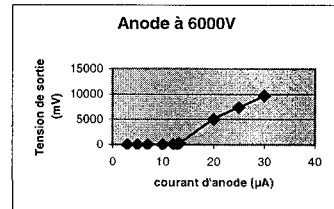


Figure 4. Intensité lumineuse en fonction du courant électronique incident sur l'anode

### 3. CONCLUSION

Cet article décrit les premiers résultats obtenus à partir d'une source X à micropointes. Des travaux complémentaires sont, nécessaires pour passer d'un prototype de laboratoire à un instrument d'analyse. En particulier, le scellement de la fenêtre en béryllium, actuellement réalisé par collage, doit être revu afin d'augmenter la durée de vie du tube et obtenir quelques dizaines de milliers d'heures, comme cela est le cas avec les écrans plats. Cependant, d'ores et déjà, grâce à la structure planaire et matricielle des cathodes à micropointes, de nouveaux types de tubes X peuvent être imaginés, pour lesquels la consommation liée à la génération d'électrons devient négligeable et pour lesquels de nombreuses géométries (barrette, forme bidimensionnelle) peuvent être réalisées. La possibilité d'employer au sein d'un même tube plusieurs anodes, que viendraient frapper les électrons issus de différents points élémentaires de la cathode matricielle, permet aussi d'envisager des applications originales en fluorescence X pour l'observation de films composites ou à structure complexe. De même, l'adressage point par point permet d'imaginer la réalisation de sources à grand nombre de microfoyers, utilisables dans l'inspection d'objets, minces, légers et/ou microscopiques. Enfin, la possible miniaturisation des cathodes (quelques centaines de microns) alliée à leur pulsabilité (mégahertz) et donc à l'emploi de connecteurs et câbles hautes tensions de faible encombrement, permet la réalisation de tubes de quelques  $\text{mm}^3$ , utilisables pour le traitement de tumeurs ou à la place de sources radioactives de faible activité (fluorescence portable).

### Remerciements

Nous remercions le Conseil Régional Rhône-Alpes qui au travers du Comité de Valorisation du Fonds Régional d'Incitation au Transfert de Technologie (FITT) nous a aidé à conduire cette étude dans les meilleures conditions possibles.

### Références

- [1] Baptist R., Ecrans fluorescents à micropointes, l'Onde Electrique, Vol 71 N°6 (1991).
- [2] Amptek, Inc. (USA), Détecteur XR-100CR et MCA8000A.