



IDENTIFICATION EXPÉRIMENTALE ET MODÉLISATION DE LA RÉPONSE IMPULSIONNELLE D'UN SYSTÈME D'ANALYSE SIMS



HENNA Hichem & ZOUAOUID Nassima

Département d'Electronique et Télécommunications

Université Kasdi Merbah Ouargla 30000, Algérie

hichemhenna@gmail.com, nassimazn@gmail.com

Résumé

Dans un contemporain où les technologies de fabrication de composants électroniques à base de semi-conducteurs devient plus en plus sophistiquées afin de minimiser l'espace alloué aux ces composants, le besoin des techniques pour analyser ces solides devient important à son tour, parmi les techniques utilisées par les spécialistes et les chercheurs on trouve la spectrométrie des masse des ions secondaires (SIMS : *Secondary Ion Mass Spectrometry*). Cette technique s'améliore avec le temps par l'avancement dans les technologies des appareils d'analyse SIMS d'une part, et l'introduction des nouvelles approches analytiques pour l'interprétation des résultats expérimentaux obtenus par ces appareils d'autre part, [1], [2].

Notre travail est concentré sur l'aspect de modélisation des mesures expérimentales afin d'identifier la réponse impulsionnelle qui traduit la réaction de la caractérisation ionique dans le cas par exemple d'un delta-dopage du Bore dans une matrice de Silicium, [3].

Mots clés : DRF, SIMS, SRIM, MRI, pulvérisation.

1. Introduction

La réponse impulsionnelle d'un système est la réponse de ce dernier à un signal d'entrée égal à un Dirac (Pseudo-dirac). On appelle cette réponse "fonction de résolution en profondeur", ou DRF (depth resolution function).

Le fittage de la DRF par une forme analytique est un sujet de discussion assez débattu par différents auteurs, [1]. D'un point de vue pratique, il est important que la forme analytique puisse fitter correctement la fonction de résolution dans des conditions expérimentales assez différentes, c'est-à-dire sur une plage d'énergies primaires et d'angles d'incidence assez grande, sans qu'on ait besoin d'apporter de corrections artificielles.

2. Préliminaires

Dans notre travail nous utilisons la DRF proposée par Dowsett et al [1], qui a déjà démontré son efficacité. Ce dernier propose l'utilisation de quatre paramètres pour la modélisation de la DRF, un de ces paramètres est utilisé pour le positionnement qui n'a pas d'influence sur la forme, les trois autres gouvernent chacun une partie de la forme de DRF : λ_u pour la phase montante, σ pour le sommet, et λ_d pour la phase descendante. Sa forme mathématique est donné par l'équation suivante :

$$h(z) = \frac{1}{2(\lambda_u + \lambda_d)} \left\{ \begin{array}{l} \exp\left(\frac{z-z_0}{\lambda_u} + \frac{\sigma^2}{2\lambda_u^2}\right) \operatorname{erfc}\left(\frac{z-z_0}{\sqrt{2}\sigma} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}\lambda_u}\right) + \\ \exp\left(-\frac{z-z_0}{\lambda_d} + \frac{\sigma^2}{2\lambda_d^2}\right) \operatorname{erfc}\left(-\frac{z-z_0}{\sqrt{2}\sigma} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}\lambda_d}\right) \end{array} \right\}$$

3. Résultats

Grâce au logiciel SRIM (*Stopping and Range of Ions in Matter*), développé par Ziegler et Biersak [4], nous avons pu simuler les variations du rendement de pulvérisation en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence pour différents ions primaires. Les résultats obtenus sont illustrés dans les Figures 1 et 2.

D'après ces courbes, le taux de pulvérisation dépend fortement de la masse et d'énergie des projectiles. Le plus faible rendement, quasi-stationnaire, détecté est pour l'hydrogène (de masse atomique 1 Uma). Cependant, le rendement le plus élevé est celui du Césium de masse atomique 133 Uma). La

dépendance du rendement de pulvérisation avec l'angle d'incidence est très forte, l'angle donnant le meilleur rendement est égale à 80°.

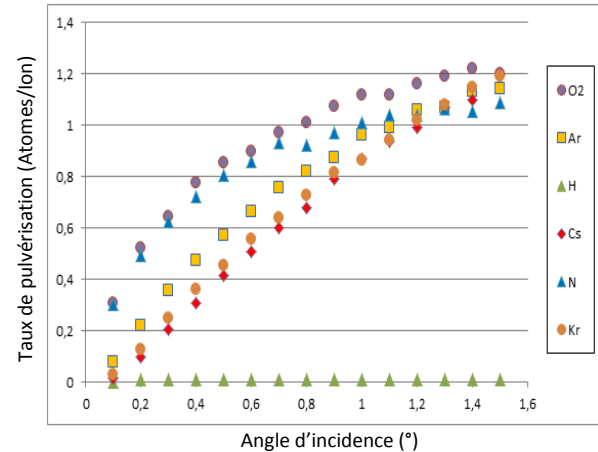


Figure 1 : Variation du taux de pulvérisation global (cible : silicium) par rapport à l'angle d'incidence des différents types d'ions primaires (14999 ions, 5KeV). Le taux de pulvérisation maximal obtenu est pour un angle de 80°.

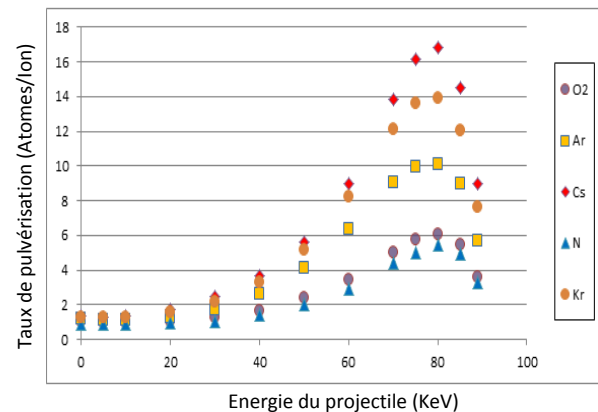


Figure 2 : Variation du taux de pulvérisation global (cible : silicium) par rapport à l'énergie d'ions primaires (14999 ions, 31°). Le taux de pulvérisation maximal obtenu est pour l'oxygène dans la plage des énergies choisie (≤ 1.5 KeV).

4. Références

- [1] **M. Boulakroune**, *Restitution des signaux lors de l'analyse par spectrométrie de masse des ions secondaires. Contribution à l'amélioration de la résolution en profondeur par déconvolution multirésolution*. Thèse de Doctorat, université de Batna, Algérie. 2008 .
- [2] **P. Van der Heide**, *Secondary Ion Mass Spectrometry, An introduction to principles and practices*, John Wiley & Sons, Inc 2014.
- [3] **S. Hofmann**, *Ultimate Depth Resolution and Profile Reconstruction in Sputter Profiling with AES and SIMS*, 23 p.G. Avoine, P. Junod et P. Oechslein, "Sécurité informatique," Vuibert 2^e Edition, 2010, 286 p.
- [4] **J. F. Ziegler., J. P. Biersack et U. Littmark.**, *The stopping and range of ions in solids, Vol. 1. In: The stopping of ions in matter*, New York: Pergamon Press, 1985, 321 p.