

Etude expérimentale et numérique de réponse OCVD de jonctions à base de GaAs

L'OCVD, Open Circuit Voltage Decay, est une technique de mesure de durée de vie des porteurs minoritaires dans les jonctions p-n. La durée de vie des porteurs minoritaires correspond à la durée moyenne pendant laquelle les électrons (trous) dans la couche p (n) peuvent se déplacer avant de se recombiner. Elle dépend du matériau, du dopage, mais aussi de la qualité des processus de fabrication, car les défauts favorisent les recombinaisons en introduisant des niveaux d'énergie dans la bande interdite. La mesure OCVD permet donc également d'apprécier la qualité d'une jonction p-n.

La technique repose sur l'arrêt soudain de la polarisation de la diode à caractériser à l'aide d'un MOSFET faisant office d'interrupteur. On enregistre alors au cours du temps la décroissance de la tension aux bornes de la diode. En théorie, une partie de la décroissance est linéaire (figure 1) et la durée de vie inversement proportionnelle à la pente suivant la formule :

$$\tau = \eta V_{th} (dV/dt)^{-1}$$

Expérimentalement, deux types de circuits sont réalisables :

- Le circuit série où la source de tension, le MOSFET et la diode sont en série

- Le circuit parallèle où la source de courant, le MOSFET et la diode sont en parallèle.

Cette méthode est donc peu coûteuse et pourrait facilement être utilisée en fin de chaîne de fabrication pour mesurer la qualité d'un composant semiconducteur à base de jonction p-n.

L'objectif de la thèse est de fiabiliser cette technique pour les matériaux III-V prometteurs pour le photovoltaïque, et sur une large plage de température pour les applications CPV et de détecteurs. Les matériaux étudiés, en particulier le GaAs, ont une durée de vie très faible de l'ordre de la nanoseconde, donc difficile à mesurer avec une méthode tout électrique, sans compter les effets capacitifs mis en évidence par Mahan et Barnes [1] qui peuvent masquer la partie linéaire. La solution explorée est de mettre en relation expériences et simulations pour identifier la durée de vie [2]. Une voie d'optimisation du circuit a été suggérée par Sozzi et. Al [3] qui consiste à ajouter une résistance en parallèle de la diode qui devrait permettre de compenser les effets capacitifs.

Des caractérisations I(V) et OCVD en série et parallèle ont été réalisées expérimentalement à partir d'une jonction à base de GaAs fournie par l'IES de Montpellier. L'extraction des paramètres compacts à partir des I(V) expérimentaux a permis de modéliser le signal OCVD pour extraire la durée de vie. Notre exposé portera sur la présentation des résultats expérimentaux et numériques de mesures OCVD de jonctions à base de GaAs et à base de silicium. Une attention particulière sera donnée à l'étude théorique des capacitances de l'échantillon, susceptibles de masquer la partie linéaire.

Références :

[1] : J.E. Mahan; D.L. Barnes (1981). *Depletion layer effects in the open-circuit- voltage-decay lifetime measurement.* , 24(10), 989-994.

[2] : Antoine Lemaire, Arnaud Perona, Matthieu Caussanel, Hervé Duval, Alain Dollet. *Open-circuit voltage decay: moving to a flexible method of characterisation.* IET Circuits, Devices & Systems, Institution of Engineering and Technology, In press, 14 (7), pp.947-955.

[3] : Giovanna Sozzi; Sergio Sapienza; Roberta Nipoti; Giovanni Chiorboli; (2021). *OCVD Measurement of Ambipolar and Minority Carrier Lifetime in 4H-SiC Devices: Relevance of the Measurement Setup.* IEEE Transactions on Electron Devices,

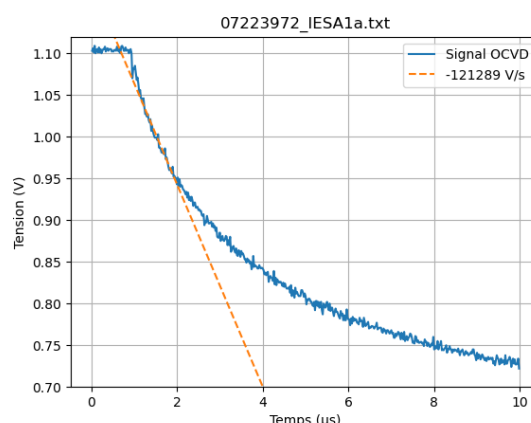


Figure 1: Signal OCVD expérimental d'un échantillon en GaAs