

## Amélioration de la méthode OCVD compensée pour la mesure de la durée de vie des porteurs minoritaires dans des jonctions en GaAs et InP-InGaAs

L'OCVD, Open Circuit Voltage Decay, est une technique de mesure de durée de vie des porteurs minoritaires dans les jonctions p-n. 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'évaluer 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, et la durée de vie inversement proportionnelle à la pente de cette partie linéaire suivant la formule [1] :

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

Cette méthode est donc peu couteuse et pourrait facilement être utilisée en fin de chaîne de fabrication pour mesurer la qualité d'un composant semi-conducteur à base de jonction p-n. Elle a été utilisée avec succès pour caractériser des jonctions en Silicium, qui présentent des durées de vie plutôt longues, typiquement de l'ordre de la microseconde.

L'objectif principal de notre travail est de fiabiliser cette technique pour les matériaux III-V prometteurs pour le photovoltaïque. 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 [2] qui peuvent masquer la partie linéaire. Une voie d'optimisation du circuit a été suggérée par Green [3] qui consiste à ajouter une résistance  $R_p$  en parallèle de la diode pour compenser les effets capacitifs et retrouver la partie linéaire de la décroissance « idéale » décrite précédemment. C'est la méthode OCVD compensée.

Il est impossible de prédire la valeur de  $R_p$  « optimale » qui permet de se rapprocher de la décroissance « idéale », celle-ci est donc déterminée empiriquement à partir de plusieurs signaux OCVD, chacun effectué avec une valeur de  $R_p$  différente. On choisit comme signal OCVD « idéal » celui dont la dérivée est la plus constante. On démontre à partir du modèle équivalent d'une diode et à l'aide de simulations sur modèle compact (figure 1) que la courbe représentant le temps auquel apparaît le maximum de la dérivée de la tension en fonction de  $R_p$ ,  $t_{max}(dV/dt) = f(R_p)$ , est discontinue en la valeur « optimale » de  $R_p$ . Cette discontinuité a pu être observée dans des expériences sur des hétérojonctions InP-InGaAs (figure 2), ce qui a permis d'évaluer la durée de vie des porteurs de charge minoritaires dans ces échantillons. Cependant, les études sur des échantillons en GaAs n'ont pas été aussi concluantes. L'enjeu actuel est donc de déterminer si le matériel expérimental est en cause, ou si des limites inhérentes à l'OCVD rendent la méthode inefficace dans certains cas, dont la nature reste à déterminer.

### Références :

[1] : Lederhandler, Giacoletto, (1955). *Measurement of Minority Carrier Lifetime and Surface Effects in Junction Devices*. 43(4), 477-483.

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

[3] : *Solar cell minority carrier lifetime using Open-Circuit Voltage Decay*, Green, 1984

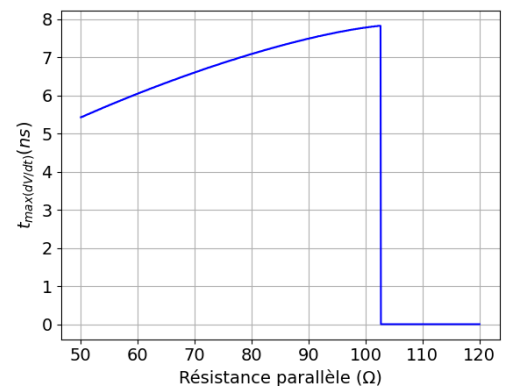


Figure 1: Temps au bout duquel apparaît le maximum de la dérivée du signal OCVD en fonction de  $R_p$ , simulation de diode en GaAs.

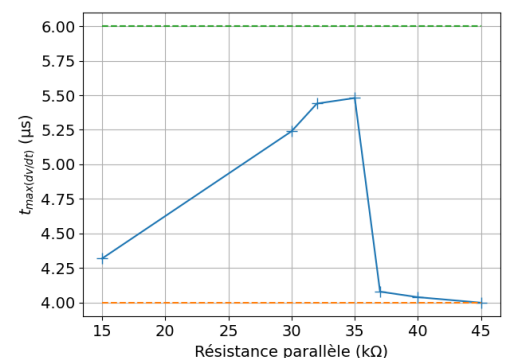


Figure 2: Temps au bout duquel apparaît le maximum de la dérivée du signal OCVD en fonction de  $R_p$ , expérience sur diode en InP-InGaAs.