

Sujet de stage Master2

Etude en température de la mesure par OCVD (Open Circuit Voltage Decay) de durées de vie des porteurs minoritaires pour applications PV et photodétecteurs

Encadrant : Arnaud Perona, Maître de Conférences, arnaud.perona@univ-perp.fr

Encadrant : Matthieu Caussanel, Maître de Conférences, matthieu.caussanel@univ-perp.fr

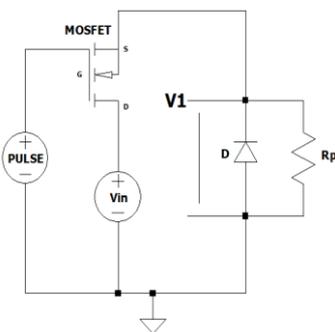
Encadrant : Antoine Lemaire, antoine.lemaire@univ-perp.fr

Mots-clés : modélisation, expérimentation, physique du semiconducteur, semiconducteurs III/V, durée de vie de porteurs minoritaires.

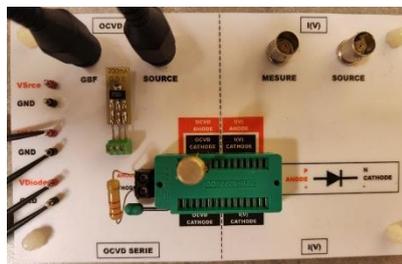
Contexte

Les systèmes de conversion photonique (spectre visible ou infra rouge) utilisent en très grande majorité des jonctions à base de semiconducteurs. La réalisation de structures optoélectroniques (cellules PV, photodétecteurs) passe avant tout par l'optimisation de ses niveaux de dopage et des épaisseurs de ses couches. Ces dernières dépendent directement de la longueur de diffusion des porteurs minoritaires (électrons dans la zone dopée p, trous dans la zone dopée n), c'est-à-dire de la distance moyenne parcourue par les porteurs minoritaires avant recombinaison. Elle doit donc être au moins égale à l'épaisseur de la couche concernée. Elle est définie par la relation suivante : $L_{n,p} = \sqrt{D_{n,p}\tau_{n,p}}$ où $D_{n,p}$ est le coefficient de diffusion (capacité à diffuser d'une espèce en fonction de la température) et $\tau_{n,p}$ est la durée de vie des porteurs minoritaires, durée moyenne au bout de laquelle les porteurs se recombinent. Cette durée de vie dépend du matériau lui-même et de la quantité de défauts dans la structure.

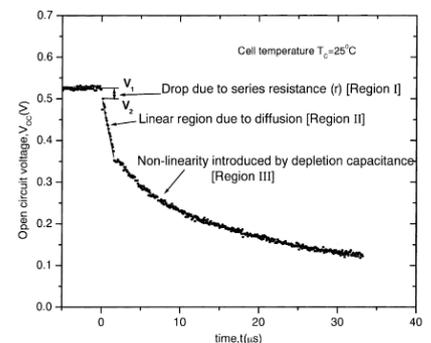
L'OCVD pour Open Circuit Voltage Decay est une technique de mesure de durée de vie de porteurs minoritaires à faible coût de réalisation, basée sur l'enregistrement de la tension aux bornes d'une jonction PN après arrêt soudain de sa polarisation. En théorie, cette décroissance suit une loi linéaire en fonction du temps, dont l'inverse de la pente est proportionnel à la durée de vie à caractériser (figure 1).



a) Circuit



b) Circuit OCVD expérimental



c) Réponse OCVD

Figure 1

Cette méthode tout électrique, est d'autant plus sensible au circuit qui la compose, que les phénomènes à mesurer sont courts.

De précédents travaux de thèse ont permis de mettre en évidence l'importance du design des jonctions à caractériser afin d'extraire au mieux la durée de vie et de comprendre les phénomènes mis en jeu lors de l'arrêt soudain de l'excitation électrique [1,2].

Le banc de mesure a pu être amélioré après avoir étudié l'effet de l'ajout de résistances et de capacités parallèles [3,4]. C'est la méthode de l'OCVD compensée.

Grâce à ces travaux de thèse, la compétition entre les différents phénomènes capacitifs masquant la partie linéaire d'intérêt de la courbe OCVD, est maintenant assimilée et peut-être maîtrisée.

Objectifs

L'objectif de ce stage est de réaliser les expériences d'OCVD compensée en faisant varier la température. Le laboratoire possède un caisson thermique qu'il faudra légèrement modifier pour mener à bien les expériences.

Les échantillons étudiés seront soit en silicium ou bien à base de matériaux III/V.

Ces études expérimentales seront complétées par un travail de simulation.

Le sujet de stage pourra aboutir sur une bourse de doctorat.

Profil du candidat et compétences recherchées

Le candidat devra avoir une bonne connaissance en physique, en physique des semiconducteurs, en instrumentation et en modélisation.

Références bibliographiques

- [1] A.Lemaire, A. Perona, M. Caussanel and A Dollet, *Microelectronics Journal*, 2020,p. 104735
- [2] A.Lemaire, A. Perona, M. Caussanel, H. Duval and A Dollet, *IET Circuits, Devices & Systems*,14, 2020, p.947-955
- [3] A. Houbert, A. Perona, M. Caussanel, H. Duval, A. Lemaire, and A. Dollet, 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 in JNPV, Journées Nationales du PhotoVoltaïque. 2023: Dourdan, France.
- [4] A. Houbert, A. Perona, M. Caussanel, H. Duval, A. Lemaire, and A. Dollet, *Etude expérimentale et numérique de la réponse OCVD de jonctions à base de GaAs*, JNPV, Journées Nationales du PhotoVoltaïque. 2022: Dourdan, France.