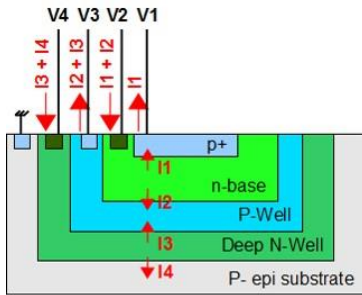


Microspectrométrie sur puce

Mots-clefs : Spectrométrie, Biodétection par fluorescence, HV-CMOS, Microfluidique électronique embarquée



Porteurs du projet: Paul Charette (LN2), Vincent Aimez (LN2), Patrick Pittet (INL-UCB), Guo-Neng Lu (INL-UCB), Jean-Pierre Cloarec (INL-ECL).

Étudiants impliqués : Thierry Courcier, PhD (2010-2014), postdoc (2014, -), UdeS/INL-UCB; Amandine Cornillon, PhD (2011-2014) UdeS/INL-ECL.

Partenaire industriel: Michel Grandbois (UdeS), Sylvain Feruglio (Sorbonne)

Période du projet : 01/2008 – en cours



Description du projet et contexte: Ce projet vise à concevoir un spectromètre intégré sur puce CMOS capable de détecter jusqu'à 4 longueurs d'onde simultanément pour la biodétection à base de fluorescence. Le projet combine l'expertise en microfabrication de biocapteurs du LN2, l'expertise en conception de circuits CMOS embarqués de l'INL, avec les méthodes de fabrication HV-CMOS de Teledyne DALSA Semiconductors.

Les systèmes existants de mesures biochimiques miniaturisés (biocapteurs, lab-on-a-chip) fonctionnent le plus souvent à base de microfluidique et de fluorescence, en repérant une biomolécule d'intérêt à l'aide d'un marqueur fluorescent dans un fluide biologique comme le sang par exemple. La majorité des systèmes existants sont capables de mesurer la présence d'un seul marqueur fluorescent à la fois. Cependant, bon nombre de phénomènes physiologiques impliquent plusieurs biomolécules actives et le suivi en temps réel des proportions relatives de celles-ci est un outil diagnostique puissant.

La technologie CMOS haut-voltage (HV-CMOS) de Teledyne DALSA permet de fabriquer des photodétecteurs à 4 jonctions enterrées, appelés *buried quad-junction* (BQJ) *photodetector*. Les biocapteurs à base de BQJ issus de ce projet sont ainsi capables de mesurer la présence de plusieurs fluorophores simultanément (jusqu'à 4).

Résultats remarquables et publications associées:

Les dispositifs de première génération conçus au LN2 et à l'INL ont été fabriqués chez Teledyne DALSA. La figure 1 montre les réponses spectrales des 4 jonctions mesurées au LN2, La figure 2 montre des photos du die CMOS et de la puce packagée. Ces dispositifs ont été utilisés avec succès dans un système microfluidique au LN2 pour mesurer simultanément les concentrations de deux fragments d'ADN marqués avec des fluorophores, dans une même solution (voir figure 3).

Une 2^{ème} génération est en cours de développement, laquelle intègre des amplificateurs faible-bruit qui augmenteront significativement le seuil inférieur de détection. Un travail de modélisation optoélectronique du comportement spectral des jonctions en fonction du profil de dopage est également en cours.

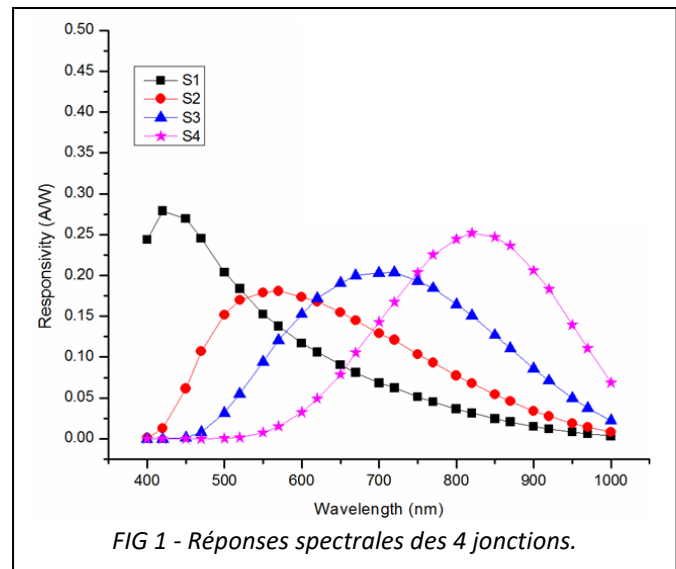
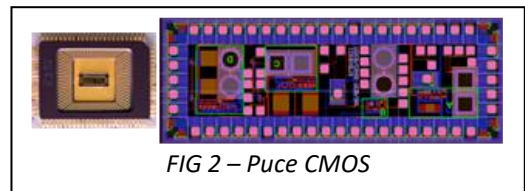


FIG 1 - Réponses spectrales des 4 jonctions.

- Richard C, Courcier T, Pittet P, Martel S, Ouellet L, Lu GN, Aimez V, Charette PG. (2012). *CMOS buried quad p-n junction photodetector for multi-wavelength analysis*. *Op. Express*. 20:2053-61.

Ce travail présente la première génération des photodétecteurs BQJ.



- Courcier T, Goulart M, Pittet P, de Lima Monteiro DW, Charette PG, Aimez V, Lu GN. (2014). *CMOS BQJ detector chip with integrated charge-amplifiers for fluorescence measurements*. *Sensors and Actuators B*. 190: 288–294.

Ce travail présente la conception de la première génération des circuits d’amplificateurs faible-bruit intégrés sur puce CMOS.

- Courcier T, Pittet P, Charette PG, Aimez V, Lu GN. (2014). *BQJ photodetector signal processing*. *Key Engineering Materials*. 605: 91-94.

Ce travail explique l’algorithme de traitement du signal développé spécialement dans le cadre de ce projet pour analyser les données multidimensionnelles issues des dispositifs CMOS.

- Feruglio S, Courcier T, Karami A, Alexandre-Gauthier A, Romain O, Aimez V, Charette PG, Lu G. (2014). *Opto-electrical Modeling of CMOS Buried Quad Junction Photodetector*. *Key Engineering Materials*. 605: 470-473.

Ce travail présente les premiers résultats de modélisation des comportements électrooptiques des jonctions enterrées.

Autre faits saillants :

- Collaboration étroite avec le partenaire commercial Teledyne DALSA. Le premier thésard ayant travaillé sur le projet (Charles Richard, thèse : 2007-2011) a été embauché chez Teledyne DALSA.

- Nouvelle collaboration avec Sylvain FERUGLIO (Sorbonne) à compter de 2014 sur la modélisation optoélectronique des jonctions enterrées en fonction du profil de dopage des jonctions.

- Une deuxième génération d’électronique embarquée est en cours de développement.

Financement :

- Subvention CRSNG-RDC (Canada), *Infrared Imager*, 2013-2017.
- Subvention Nano-Québec (Canada), *Système optique intégré sur puce pour la détection de fluorescence induite par laser à multiples longueurs d’onde*, 2011-2013.

