Mesure de la température de transistors HEMTs AlGaN/GaN en fonctionnement hyperfréquence

F.Cozette[1], A.Cutivet[2], M.Lesecq[3] , N.Defrance[4] , J.C.De Jaeger[5], H.Maher[6]
1, 3, 4, 5 Université de Lille. Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie (IEMN) UMR 8520 F-59000 Lille, France
1, 2, 6 Université de Sherbrooke. Institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT) 3000 boulevard de l'université Sherbrooke, QC J1K0A5, Canada
flavien.cozette@ed.univ-lille1.fr,

Le nitrure de gallium est un semi-conducteur aux propriétés physiques remarquables qui le rend particulièrement intéressant pour la fabrication de composants de type HEMTs (High-Electron-Mobility-Transistors) AlGaN/GaN destinés aux applications de puissance hyperfréquence [1]. En régime de fonctionnement DC ou RF, la température des composants peut atteindre plus de 300°C avec pour conséquence une altération de leur performance et de leur fiabilité. Plusieurs méthodes sont couramment utilisées pour mesurer la température de tels dispositifs telles que la spectrométrie Raman [2] ou encore la méthode GRTD (Gate Resistance Temperature Detector) [2]. Celles-ci nécessitent cependant l'utilisation de bancs de mesure coûteux et ne sont pas adaptées pour déterminer la température de composants packagés. Notre objectif est donc d'intégrer un capteur de température au niveau de la zone active des transistors permettant de mesurer en temps réel leur température de fonctionnement et ainsi de prévoir leur défaillance.

Des capteurs résistifs en nickel, basés sur la méthode de mesure des quatre pointes, ont été intégrés au plus près du point chaud des composants en sortie de grille côté drain. La méthode des quatre pointes consiste à mesurer la résistance du capteur en utilisant quatre plots de contacts, deux servant à imposer un courant dans le capteur, les deux autres permettant de mesurer la tension à ses bornes. Cette topologie permet de positionner les plots de connexion du capteur à l'extérieur de la zone active des transistors (cf Figure 1, 2) et d'améliorer la précision de la mesure de la résistance du capteur par rapport à une mesure standard. La variation de la résistance du capteur en fonction de la température est reliée à la température de fonctionnement des transistors. Un étalonnage de la réponse en température du capteur est préalablement effectué. Une approche similaire a été proposée par O.Arenas [3] sur des composants HEMTs de grande dimensions en fonctionnement continu. Notre objectif est d'intégrer, des capteurs dans des composants HEMTs de longueur de grille courte destinés à des applications de puissance hyperfréquence. Les capteurs sont ainsi réalisés en lithographie électronique et présentent des dimensions inférieures au quart de micromètre. Les premières mesures montrent que les capteurs présentent une sensibilité supérieure à 1Ω°/C.

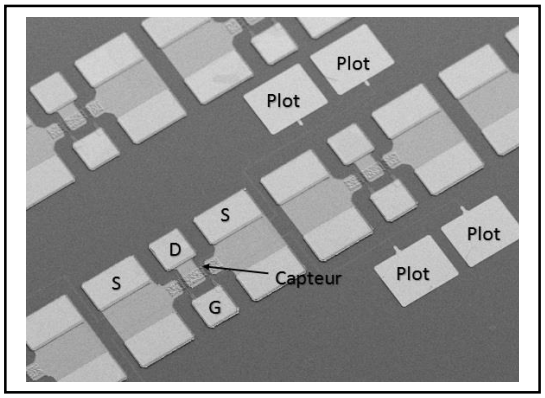

Figure 1 : Capteur de température résistif basé sur la méthode des 4 pointes intégré dans un transistor HEMT

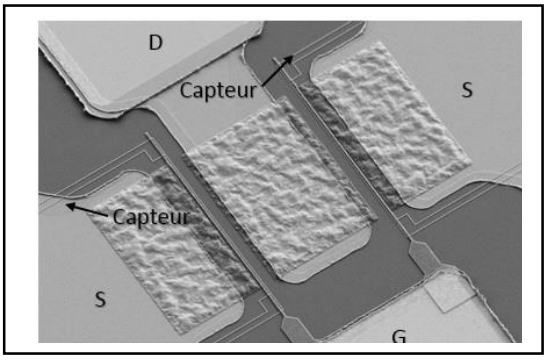

Figure 2 : Zoom sur la zone active du transistor

Références :

[1] P.Altuntas, F.Lecourt, A.Cutivet, N.Defrance, E.Okada, M.Lesecq, S.Rennesson, A.Agboton, Y.Cordier, V.Hoel, and J.C. De Jaeger, «Power performance at 40 GHz of AlGaN/GaN High-Electron-Mobility Transistors Grown by Molecular Beam Epitaxy on Si(111) Substrate,» *IEEE Electron Device Letters,* vol. 36(4), pp. 303-305, April 2015.

[2] V. Sodan, D. Kosemura, S. Stoffels, H. Oprins, M. Baelmans, S. Decoutere, and I. De Wolf, «Experimental benchmarking of electrical methods and µ-raman spectroscopy for channel temperature detection in AlGaN/GaN HEMTs.,» *IEEE Transactions on Electron Devices,* vol. 63(6), p. 2321–2327, June 2016.

[3] O.Arenas, E.A.Alam, V.Aimez, A. Jaouad, H.Maher, F.Boone, «Electrothermal Mapping of AlGaN/GaN HEMTs Using Microresistance Thermometer Detectors,» *IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS,* vol. 36, pp. 111-113, Feb 2015.