

Modélisation et prédiction des performances du TBDH InP

N.Davy^{1,2}, V.Nodjiadjim¹, M.Deng², C.Mukherjee², C.Maneux²

¹III-V Lab, laboratoire commun entre Nokia Bell Labs, Thales et CEA Leti, 91767 Palaiseau

²Laboratoire IMS, Université de Bordeaux, CNRS UMR5218, Bordeaux INP, Talence

Face à l'augmentation constante du trafic internet mondial, la réalisation de systèmes de transmission par fibre optique de capacité 1Tb/s/canal est d'un intérêt stratégique. Dans ce contexte le III-V Lab conçoit et fabrique des transistors bipolaires à double hétérojonction sur InP (TBDH InP). La technologie de largeur d'émetteur 0.5- μm , utilisée pour la fabrication de circuits intégrés, montre des performances fréquentielles f_T et f_{MAX} de 380 GHz et 520 GHz [1] ainsi qu'une tension de claquage supérieur à 4 V. Pour une largeur d'émetteur de 0.4- μm la fréquence maximale d'oscillation f_{MAX} dépasse 600 GHz [2]. L'amélioration des performances fréquentielles de ces transistors est cruciale afin de permettre l'augmentation des débits.

Cependant, la détermination des performances fréquentielles est réalisée au travers de mesures très haute fréquence, dont la technicité relève à la fois de l'adaptation de méthodes de calibrage et de conception de structures de test dédiées. En effet, les méthodes de calibrage conventionnelles ne sont plus adaptées au-delà de 110 GHz du fait de l'impact des effets parasites dus à l'environnement de mesure, qui sont amplifiés par la montée en fréquence. Ce travail de thèse bénéficie donc du support du laboratoire IMS en termes de caractérisation haute fréquence et de modélisation compacte de transistors bipolaires.

Par ailleurs, il est possible d'améliorer ces performances à travers différentes optimisations : réduction des dimensions latérales, amélioration de la technologie ainsi qu'en optimisant la structure verticale (structure épitaxiale). Dans ce but, nous proposons également un modèle prédictif propre au III-V Lab utilisant une nouvelle approche pour déterminer les performances fréquentielles du composant. Celle-ci consiste à reconstruire le modèle petit signal du transistor. La valeur de chaque élément est déterminée à partir de la géométrie du composant, de sa structure épitaxiale ainsi que des valeurs typiques obtenues en fabrication (profondeur des sous-gravures, résistivité de contact, etc...).

Une étude de l'influence des différents paramètres est menée afin d'optimiser la structure verticale du transistor et d'identifier les éléments limitants la montée en fréquence. Cette étude ouvre la voie à la fabrication de transistors ayant des performances fréquentielles f_T et f_{MAX} supérieures à 500 GHz.

[1] R. Hersent et al. "Design, modelling and characterization of a 3-Vppd 90-GBaud over-110-GHz-bandwidth linear driver in 0.5- μm InP DHBTs for optical communications", 2021 IEEE BCICT Symposium Proceedings, 2021

[2] N. Davy et al. "0.4- μm InP/InGaAs DHBT with a 380-GHz f_T > 600-GHz f_{MAX} and BV_{CEO} > 4.5 V.", 2021 IEEE BCICT Symposium Proceedings, 2021