

## Zihao LYU

Développement de diodes PiN à base de GaN pour circuits micro-ondes accordables

### Résumé en français :

Avec la dépendance croissante aux réseaux mobiles, le développement de la technologie de communication de cinquième génération (5G) exige que les appareils fonctionnent dans des conditions de haute fréquence et de haute puissance. Cependant, les dispositifs traditionnels à base de silicium deviennent inadéquats en raison de limitations théoriques des matériaux. De ce point de vue, le développement de dispositifs haute fréquence basés sur le semiconducteur à large bande interdite, le nitrure de gallium (GaN), apparaît comme une solution prometteuse. Cette thèse se concentre sur le développement de diodes PiN pseudo-verticales à base de GaN sur des hétéro-substrats, qui servent de composants clés dans les circuits de commutation RF.

Grâce à des expériences complètes de comparaison des processus de fabrication, cette étude a systématiquement analysé le rôle des techniques de gravure mesa, de formation de contacts ohmiques et de stratégies de passivation dans l'amélioration de la fiabilité et de l'efficacité des appareils. Deux générations de diodes PiN ont été fabriquées avec succès et soumises à des études approfondies des caractéristiques DC et RF (jusqu'à 40 GHz). La diode PiN de première génération a étudié les effets de la taille de l'anode et de l'espacement des électrodes sur les performances du dispositif, tandis que la diode de deuxième génération a utilisé des substrats avec différentes concentrations de dopage dans la région i pour déterminer l'impact des conditions de dopage sur les performances à haute fréquence.

Les résultats expérimentaux de ce travail fournissent des informations précieuses sur la technologie des commutateurs RF à base de GaN, jetant des bases solides pour son intégration dans les applications à haute fréquence et à ondes millimétriques.

Mots clés : Nitrure de Gallium (GaN), diode PiN, structure pseudo-verticale, hétéro-substrats, applications haute fréquence, micro-ondes et RF

### Summary :

With the increasing reliance on mobile networks, the development of fifth-generation (5G) communication technology demands that devices operate under high-frequency and high-power conditions. However, traditional silicon-based devices are becoming inadequate due to material theoretical limitations. From this perspective, the development of high-frequency devices based on the wide bandgap semiconductor—gallium nitride (GaN) emerges as a promising solution. This thesis focuses on the development of pseudo-vertical PiN diodes based on GaN on hetero-substrates, which serve as key components in RF switch circuits.

Through comprehensive manufacturing process comparison experiments, this study systematically analyzed the roles of mesa etching techniques, ohmic contact formation, and passivation strategies in enhancing device reliability and efficiency. Two generations of PiN diodes were successfully fabricated and subjected to thorough DC and RF (up to 40 GHz) characteristic studies. The first-generation PiN diode investigated the effects of anode size and electrode spacing on device performance, while the second-generation diode utilized substrates with different i-region doping concentrations to determine the impact of doping conditions on high-frequency performance.

The experimental results in this work provide valuable insights into GaN-based RF switch technology, laying a solid foundation for its integration into high-frequency and millimeter-wave applications.

Keywords : Gallium Nitride (GaN), PiN diode, pseudo-vertical structure, hetero-substrates, RF switch, high-frequency applications, microwave and RF