

Gravure de nanofils GaAs sur substrat Si(100) pour l'intégration de nano-transistors 3D

Aurélie LECESTRE^{1,2*}, Pascal DUBREUIL^{1,2}, Nicolas MALLET^{1,2}, Franck CARCENAC^{1,2},
Romain Cipro^{3,4}, Thierry BARON³, Guilhem LARRIEU^{1,2*}

1: CNRS, LAAS, 7 avenue du colonel Roche, BP 54200 F-31031 Toulouse Cedex4, France

2: Université de Toulouse, LAAS, F-31031 Toulouse, France

3: Université Grenoble Alpes CNRS-LTM, rue des Martyrs, F-38054 Grenoble Cedex, France

4: Université Grenoble Alpes, CEA-MINATEC, rue des Martyrs, F-38054 Grenoble Cedex, France

Auteur contact : aurelie.lecestre@laas.fr

Les nanofils (NFs) III-V suscitent un intérêt particulier de par leur fort potentiel dans des domaines variés tels que la nanoélectronique [1], la nanophotonique [2] ou les capteurs biologiques [3]. Afin de favoriser son intégration grande échelle, de nombreux travaux ont démontré des synthèses de nanofils III-V sur silicium par croissance catalytique de type Vapeur Liquide Solide (VLS). Néanmoins ces approches sont toujours confrontées à des problèmes de reproductibilités (rendement de fils dans la même direction verticale, dispersion de diamètres..) et de miniaturisations (diamètre de NFs et espacement inter fils). De plus, elles utilisent des substrats de silicium à direction cristalline particulière, Si(111).

Dans ce papier, nous présenterons une approche alternative, utilisant un procédé « top-down » pour fabriquer des réseaux de nanofils verticaux en GaAs sur un substrat Si (100). La couche mince de GaAs (200-700nm d'épaisseur) a été synthétisée par MOCVD [4] sur un substrat de Si. Les nanostructures sont définies par lithographie électronique à basse accélération (20keV) dans une résine inorganique négative (HSQ) [5], (Fig.1-a). Ces motifs sont ensuite transférés par gravure plasma en mode RIE-ICP (SPTS Omega 201, et Sentech SI500) avec une chimie Cl₂/N₂ [6]. Les paramètres de gravure ont dû être optimisés afin de favoriser l'anisotropie de l'attaque, en particulier la puissance de la torche à plasma et du ratio chlore/azote. Ces deux paramètres ont un impact significatif sur la formation d'une couche de passivation sur les parois du nanofil, favorisant la verticalité des profils de gravure. Ainsi, nous avons démontré des réseaux de nanofils de GaAs sur substrat de Si(100) avec un facteur de forme supérieur à 10 (Fig.1-b : diamètre = 40nm, hauteur = 500nm, angle ≈ 90°). Cette approche offre une excellente reproductibilité du procédé dans la localisation des NFs, les diamètres de NFs (précision de la lithographie électronique) la hauteur des NFs (homogénéité de la vitesse de gravure).

Les perspectives seront focalisées sur la caractérisation et l'amélioration des défauts cristallins des NFs ainsi que sur l'intégration de transistors 3D.

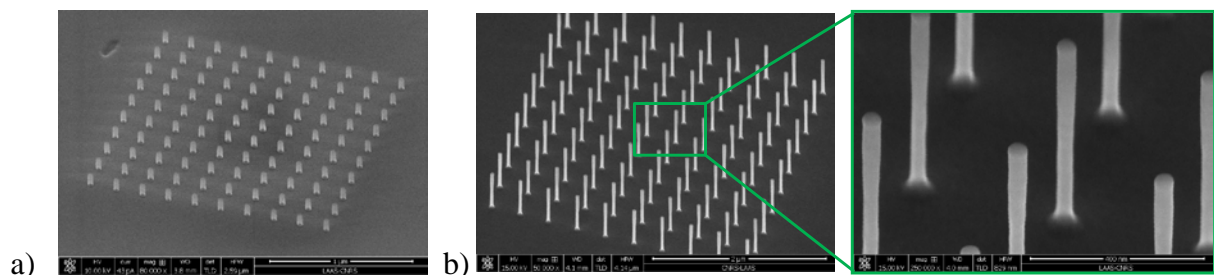


Fig.1 : Image MEB de a) réseau de nanofils en résine HSQ sur un substrat GaAs/Si.
b) réseau de nanofils GaAs (diamètre = 40nm) gravé par RIE-ICP.

Références :

- [1] K. Tomioka, M. Yoshimura and T. Fukui, *Nature*, 2012, 488, 189–192.
- [2] Yan R X, Gargas D and Yang P D 2009 *Nat. Photon.* **3** 569–76.
- [3] Hallstrom W, Lexholm M, Suyatin D B, et al. 2010 *Nano Lett.* **10** 782–7.
- [4] R. Cipro, T. Baron, M.M Martin, F. Bassani, S. David et al, *Applied Physics Letters* **104**, 262103 (2014).
- [5] Y. Guerfi, F. Carcenac, G. Larrieu, *Microelectronic Engineering*. **2013**, 110, 173-176.
- [6] L. Jalabert, P. Dubreuil, F. Carcenac, et al. *Microelectronic Engineering*. **2008**, 85, 1173-1178.