

Si(111)及び非晶質ガラスに堆積した Al_2O_3 膜上の AlGaAs ナノ構造の作製と評価 Fabrication and Characterization of AlGaAs Nanostructures on Al_2O_3 Layers Deposited on Si(111) and Amorphous Glass substrates

北海道大学量子集積エレクトロニクス研究センター

○崎田 晋哉、藤曲 央武、原 真二郎

Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido University

°S. Sakita, H. Fujimagari, and S. Hara

E-mail: sakita@rciqe.hokudai.ac.jp

[はじめに] ナノスケールの電子・光デバイス研究分野において半導体ナノワイヤと呼ばれる細線構造が注目されている。我々は有機金属気相選択成長法(MOVPE選択成長法)を用いて III-V 族化合物半導体のナノワイヤを作製しており、GaAs/AlGaAs コアシェルナノワイヤや AlGaAs ナノチューブを実現してきた^[1]。

近年、より安価なガラス基板上的 LED や太陽電池応用に向けて、絶縁膜上の半導体ナノワイヤの作製が試みられており、非晶質ガラス基板上的 GaN ナノロッド^[2]や、vapor-liquid-solid 法による Si 基板上的 SiO_2 膜上の Ge ナノワイヤ^[3]が報告されている。しかしこれらのナノワイヤはサイズや配置の均一性に乏しいという課題がある。また、原子層堆積法(ALD)で堆積した Al_2O_3 薄膜の熱処理による結晶化が報告されており^[4]、我々はこの手法を応用することにより結晶 Al_2O_3 膜を単結晶基板や非晶質ガラス基板上に形成し、結晶 Al_2O_3 上の半導体ナノワイヤ作製を試みてきた。今回は MOVPE 選択成長法によりガラス上に均一性の高い半導体ナノワイヤを形成するための予備実験として、単結晶 Si(111) 基板及び、非晶質合成石英基板上に ALD で堆積した Al_2O_3 薄膜の熱処理による結晶化と、その Al_2O_3 膜上の MOVPE 成長による AlGaAs ナノ構造成長と構造評価を行ったので報告する。

[実験と結果] 図1に今回作製した層構造の模式図を示す。Si(111)基板及び合成石英基板上に ALD により Al_2O_3 を 5 nm 堆積させた試料を成長基板とし、 Al_2O_3 の結晶化のためのアニールを

975 °C で 15 分間行った後に MOVPE 法により AlGaAs 成長を行った。

Si(111)基板を用いた試料(図2(a))では、直径約 50 ~ 500 nm で、Si(111)基板の {211} 面と平行な側面を持つ六角柱状のナノワイヤ構造が比較的高密度に形成された。また、合成石英基板を用いた試料(図2(b))では、直径約 100 ~ 200 nm 程度の、側面の結晶方位が不規則だが、明瞭な結晶ファセットを有する四面体構造と六角柱状の構造が形成された。続いて、これらの試料の X 線回折測定を行った(図3)。どちらの試料においても $2\theta \sim 27.3^\circ$ において AlGaAs(111) を示すピークが確認できる。またアニール後の試料では、as-deposited の Al_2O_3 膜からは確認されなかった X 線ピークが $2\theta \sim 44.2^\circ$ 付近で観測され、 Al_2O_3 膜の結晶化の可能性が示唆されている。これらの結果から、Si(111)基板の試料においては、 Al_2O_3 は Si(111) 面を配向して結晶化したために、より広い面積で Al_2O_3 (111) 面が形成されたと考えられる。さらに、合成石英基板上の Al_2O_3 膜は、結晶構造の詳細は不明だが、非晶質基板上にもかかわらず、 $\langle 111 \rangle$ あるいは $\langle -1-1 \rangle$ 方向に配向して結晶化した可能性が示唆される。

[参考文献]

- [1] J. Noborisaka *et al.*, APL. **87** (2005) 093109
- [2] J. H. Choi *et al.*, Nature Photon. **5** (2011) 763
- [3] X. Sun *et al.*, JVST B **25** (2007) 415
- [4] L. Zhang *et al.*, J. Phys. D **40** (2007) 3707

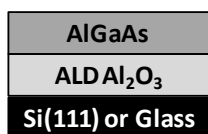


図 1 層構造の模式図

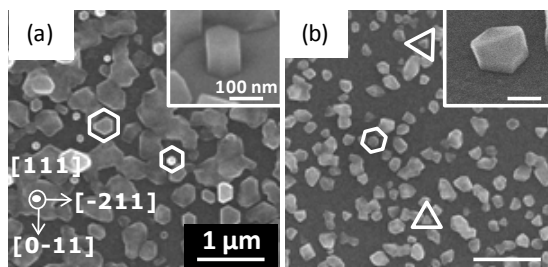
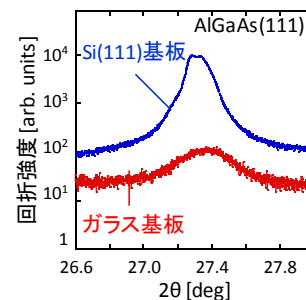
図 2 (a) Si(111)基板 (b) 合成石英基板上に堆積した Al_2O_3 薄膜上の AlGaAs 成長の SEM 像

図 3 X 線回折測定による AlGaAs(111) の回折ピーク