

MOVPE 選択成長法による Al_2O_3 絶縁膜上の AlGaAs ナノワイヤの作製と評価

Fabrication and Characterization of AlGaAs Nanowires on Insulating Al_2O_3 Layers by SA-MOVPE

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 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。

そこで我々は、MOVPE 選択成長法を用いた Al_2O_3 絶縁膜上の半導体ナノワイヤ成長を試みてきた。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^[4]や、単結晶の $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 膜上のエピタキシャル成長^[5]に関する報告がされている。絶縁膜上に均一性の高い半導体ナノワイヤを形成するために、Si(111) 基板上に ALD で堆積した Al_2O_3 絶縁膜の熱処理による結晶化と、その Al_2O_3 膜上の MOVPE 選択成長法による AlGaAs ナノワイヤ成長を行い、構造評価を行ったので報告する。

[実験と結果] 図1に今回使用した層構造の模式図を示す。成長基板は Si(111) を使い、ALD により Al_2O_3 を 5 nm 堆積させ、プラズマ CVD 法により SiO_2 を堆積させたのち、EB リソグラフィ、ドライエッチングにより周期的な開口部を有するマスク基板を作製した。その後 Al_2O_3 の結晶化のためのアニールを 875°C、975°C でそれぞれ行い、MOVPE 法により AlGaAs 成長を行った。図2(a)に 975°C でアニール処理した Al_2O_3 薄膜上の AlGaAs 薄膜成長の SEM 像を示す。一部で六角柱状の構造が形成されたが、これは Al_2O_3 の結晶化が影響していると考えられる。次に、図2(b)に 875°C でアニールした Al_2O_3 膜上に MOVPE 選択成長により作製した AlGaAs ナノワイヤの SEM 像を示す。均一な六角柱状の AlGaAs ナノワイヤが確認できる。図3は、図2(b)で示した

AlGaAs ナノワイヤの断面 TEM 結果である。AlGaAs 層と Si 基板の間の明瞭なコントラストを持つ層が Al_2O_3 だと考えられ、その層に結晶を示唆する格子縞が確認できる。また、 Al_2O_3 層の膜厚がエッチングにより減少しており、Si 基板表面が一部露出している可能性があるが、図2(a)の Al_2O_3 薄膜上の成長結果から、 Al_2O_3 膜上に AlGaAs ナノワイヤが形成されると考えられる。

[参考文献]

- [1] J. Noborisaka *et al.*, Appl. Phys. Lett. **87** (2005) 093109
- [2] J. H. Choi *et al.*, Nature Photon. **5** (2011) 763
- [3] X. Sun *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B **25** (2007) 415
- [4] S. Jakschik *et al.*, Thin Solid Films **425** (2003) 216
- [5] A. Wakahara *et al.*, J. Cryst. Growth **236** (2002) 21

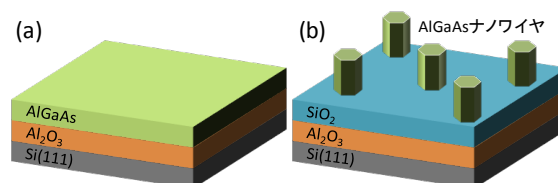


図 1 層構造の模式図 (a) Al_2O_3 薄膜上の AlGaAs 薄膜成長, (b) AlGaAs ナノワイヤの選択成長

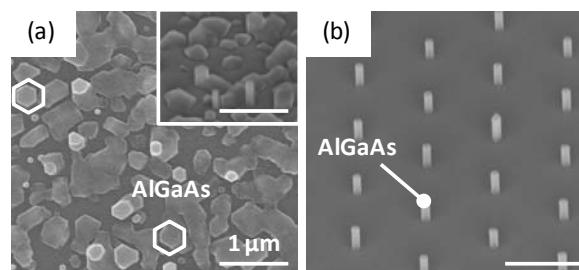


図 2 SEM 像 (a) Al_2O_3 薄膜上 AlGaAs 薄膜成長, (b) AlGaAs ナノワイヤの成長

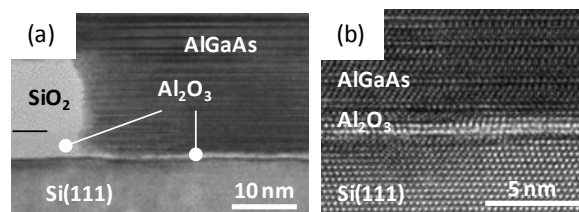


図 3 MOVPE 選択成長法により作製した AlGaAs ナノワイヤの (a) 断面 TEM 像, (b) 格子像