

Al₂O₃ 中間層を用いた非晶質ガラス上の AlGaAs ナノ構造の MOVPE 選択成長SA-MOVPE of AlGaAs Nanostructures on Amorphous Glass Substrate Using Al₂O₃ Interlayer

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、加藤 弘晃、原 真二郎

Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido University

○ S. Sakita, H. Kato, S. Hara

[はじめに] 半導体ナノワイヤはナノメートルオーダーの径を有する、高アスペクト比の微細細線構造であり、ナノスケールの電子・光デバイス応用が期待される。近年、LED や太陽電池を安価な基板上に作製するため、非晶質材料上に半導体ナノ構造の作製をする研究が行われている。例えば、非晶質ガラス基板上の GaN ナノロッド[1]や、vapor-liquid-solid 法による SiO₂/Si 基板上の Ge ナノワイヤ[2]が報告されている。しかしこれらのナノ構造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、有機金属気相(MOVPE)選択成長法により Si(111)基板及び非晶質ガラス基板上に堆積した Al₂O₃ 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 Al₂O₃ 薄膜の熱処理による結晶化に関する報告[3, 4]をもとに、今回、合成石英基板上に ALD で堆積した Al₂O₃ 絶縁膜の熱処理による結晶化と、その Al₂O₃ 膜上の MOVPE 選択成長法による AlGaAs ナノ構造成長を行い、構造評価を行ったので報告する。

[実験と結果] 図 1 に今回作製した層構造の模式図を示す。合成石英基板上に ALD により Al₂O₃ を 5 ~ 20 nm 堆積させた試料を成長基板とし、Al₂O₃ の結晶化のためのアニールを 975 °C で行った後、MOVPE 法により AlGaAs 成長を 750 °C で行った。選択成長(図 1(b))のプロセスでは MOVPE 成長前の試料に、プラズマ CVD により SiO₂ 膜を堆積した後、EB リソグラフィ、ウェットエッチングにより開口直径 400 nm の周期的な開口部を有するマスクを形成した。

図 2(a)に膜厚 5 nm のプレーナ Al₂O₃ 膜上に成長した AlGaAs ナノ構造の SEM 像を示す。側面の結晶方位は不規則だが、明瞭な結晶ファセットを有する直径約 100 ~ 300 nm 程度の四面体と六角柱状のナノ構造が形成された。図 2(b) - (d)に膜厚 20 nm の Al₂O₃ 膜とその上に作製した六角柱状 AlGaAs ナノ構造の断面 TEM 像を示す。格子像から、六角柱状 AlGaAs ナノ構造は、GaAs(111)B 基板上的選択成長結果[4]と同様の閃亜鉛鉱構造で、(111)B 表面をもつことが分かった。また、Al₂O₃ 膜中では γ -Al₂O₃

の結晶粒が形成されており、 γ -Al₂O₃ {111}面が基板面と平行な結晶粒も一部で確認できた。次に膜厚 20 nm の Al₂O₃ 膜上に MOVPE 選択成長法により作製した AlGaAs ナノ構造の SEM 像を図 3 に示す。SiO₂ マスク開口部にのみ選択的に AlGaAs が成長しており、一部ではプレーナ Al₂O₃ 膜上と同様に六角柱状のファセットをもつ AlGaAs ナノ構造が確認できた。SiO₂ マスク開口部の直径及び Al₂O₃ 中間層の膜厚・アニール条件等の最適化により、非晶質ガラス基板上においても半導体ナノワイヤの MOVPE 選択成長が可能であると考えられる。

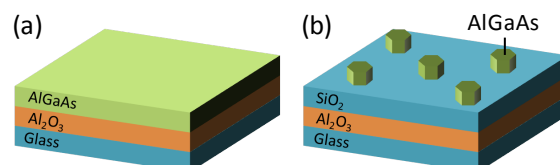
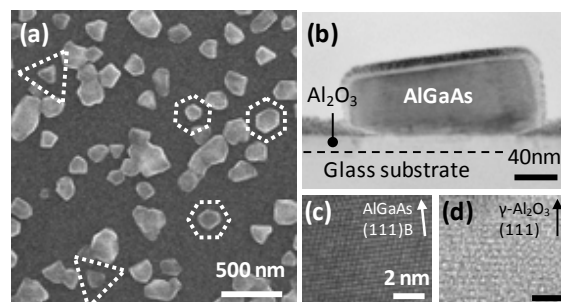
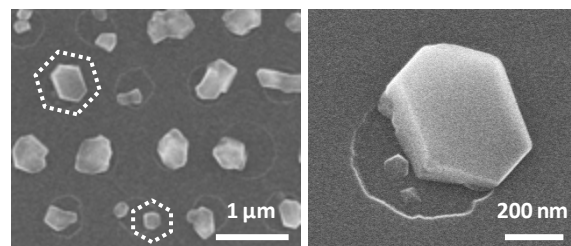
[1] J. H. Choi *et al.*, Nature Photon. **5** (2011) 763[2] X. Sun *et al.*, JVST B **25** (2007) 415[3] L. Zhang *et al.*, J. Phys. D **40** (2007) 3707[4] W. E. Fenwick *et al.*, JCG **311** (2009) 4306[5] K. Ikejiri *et al.*, Nanotech. **19** (2008) 265604図 1 層構造の模式図(a) プレーナ Al₂O₃ 膜上の AlGaAs 成長, (b) AlGaAs 選択成長図 2 プレーナ Al₂O₃ 膜上の AlGaAs 成長結果 (a) SEM 像, (b) 断面 TEM 像, (c) AlGaAs ナノ構造の格子像, (d) Al₂O₃ 膜の格子像

図 3 AlGaAs 選択成長の SEM 像