

有機金属気相選択成長法による AlInAs ナノワイヤ成長と Al 組成依存性

Selective-area growth of AlInAs nanowires with various Al compositions

(1 北海道大学情報科学院および量子集積エレクトロニクスセンター)

○田井 良樹¹、蒲生 浩憲¹、本久 順一¹、富岡 克広¹

(1. Graduate School of IST and RCIQE, Hokkaido Univ.)

○Yoshiaki Tai¹, Hironori Gamou¹, Junichi Motohisa¹, Katsuhiko Tomioka¹E-mail: tai@rciqe.hokudai.ac.jp

[はじめに] ナノワイヤ構造は、ナノスケールの微細な断面積をもつため、格子不整合系成長の臨界膜厚をプレーナー構造よりも厚くできる利点がある。したがって、従来ミスフィット転位が形成される材料系で転位のないヘテロ接合を形成でき、これまでにないバンドエンジニアリングが可能になる[1]。我々は、この利点を応用して、共鳴トンネルトランジスタ素子[2]の実現を目指して、多様な組成比からなる InGaAs/AlInAs 超格子ナノワイヤの選択成長を検討している。本研究は、この超格子ナノワイヤ実現のため、異なる Al 組成による AlInAs ナノワイヤ選択成長について検討する。

[実験] InP(111)B 基板に SiO₂ 膜をスパッタリング法で堆積し、電子線リソグラフィ、ドライ・ウェットエッチングで直径 70 nm~160 nm の開口部(D_{op})をピッチ 350 nm~1000 nm で形成した。次に有機金属気相選択成長(SA-MOVPE)法で InAs、AlInAs を成長した。成長原料は TMIIn、TMAI、AsH₃ を用いた。InAs ナノワイヤの成長条件は成長温度 550°C、V/III 比は 411、成長時間 12 分とした。一方、AlInAs は成長時間、V/III 比は一定として、気相中の III 族原料の Al 組成(P_{Al})と成長温度(T_G)を変調した。

[結果] Figure 1(a)-(d)に InAs ナノワイヤ、AlInAs ナノワイヤの選択成長結果を示す。この結果から、AlInAs は InAs ナノワイヤと同様に{-110}垂直ファセットと(111)B 面からなる六角柱構造が形成され、InP(111)B 表面に対して垂直に成長することが分かる。また、P_{Al}が高くなると、AlInAs は、長軸方向よりも<-110>横方向成長が促進されることが分かった。Figure 2 に D_{NW} と D_{op} の差(Δ diameter)の成長条件(P_{Al}, T_G)依存性を示す。横方向成長速度は、P_{Al}が高いほど増加し、T_Gが高くなると減少する傾向を示した。これは、Al 原子が、In 原子の表面拡散を阻害することを示している。また、T_Gが高いほど、In 原子の脱離過程が支配的になり、ナノワイヤの堆積量が顕著に減少することを明

らかにした。当日は AlInAs 選択成長の Al 組成依存性についても報告する。

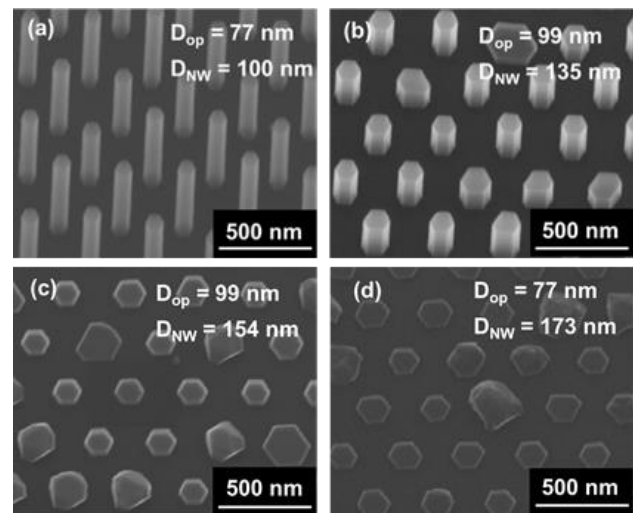
[参考文献][1] F. Glass, *Phys. Rev. B*, **74**, (2006) 121302(R).[2] P. Long *et al.*, *IEEE EDL*, **35** (2014) 1212.

Figure 1: SEM images showing selective-area growth of AlInAs at T_G = 550°C: (a)P_{Al}: 0%, (b)P_{Al}: 10%, (c)P_{Al}: 30%

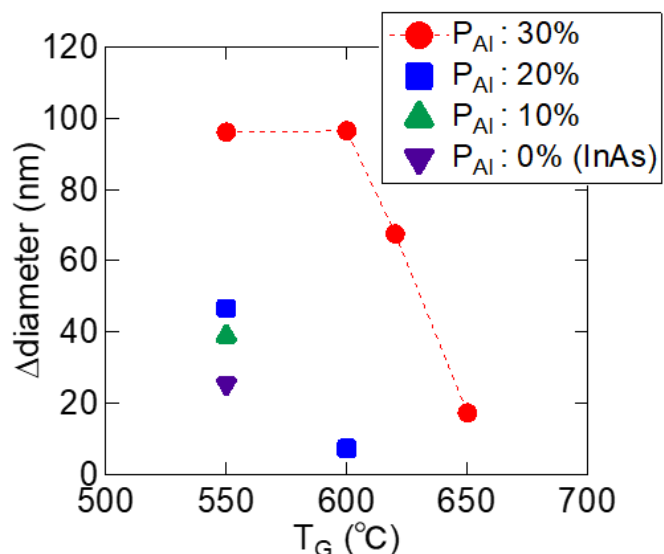


Figure 2: The average Δdiameter with that of various mask openings: T_G dependency