

自己触媒 VLS 法による InP ナノワイヤの成長前基板温度依存性 Pre-heating temperature dependence of InP nanowires grown by self-catalytic VLS mode

上智大学 理工学部, 荻野 雄大, 朝倉 啓太, 下村 和彦, 和保 孝夫

Sophia University, Takehiro Ogino, Keita Asakura, Kazuhiko Shimomura, Takao Waho

E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

近年多くの研究が行われている MOVPE による III-V 族化合物半導体ナノワイヤの成長方法の一つに、自身の III 族元素を触媒とすることで金属触媒やマスクパターンを用いることなくナノワイヤを成長することが出来る自己触媒 VLS 成長機構がある。我々はこれを用いて InP(111)B 基板上に InP ナノワイヤを成長し成長条件の変化による制御性の追究、またデバイス化へ向けての研究を行っている。この報告ではナノワイヤ成長シーケンス中の成長前基板加熱温度の温度依存性について述べる。

実験

自己触媒 VLS 成長機構では成長前に基板加熱を行うことで基板表面が再構築され、原料供給によりナノワイヤを成長するための触媒が形成される。この成長前基板加熱温度を変化させることによって成長するナノワイヤにどのような影響が起こるか考察した。始めに温度を 450-550°C まで上昇させナノワイヤ成長前基板加熱を 5min 行った後、成長温度を 380°C まで降温させ、ドロップレット成長を 5min、ナノワイヤ成長を 30min 行った。

結果

図 1 は 380°C(加熱無し)、450°C、500°C、550°C でそれぞれ成長前基板加熱を行い、ナノワイヤを成長させた時の SEM 画像である。成長前基板加熱温度を変化させることによって成長するナノワイヤの数とサイズが大きく変化した。加熱無しでは密度 $10^6/\text{cm}^2$ 、高さ $3.5\mu\text{m}$ 、ワイヤ直径 200nm と低密度で大きいナノワイヤが成長したのに対し、550°C 加熱では密度 $10^9/\text{cm}^2$ 、高さ 300nm 、ワイヤ直径 40nm と高密度で小さいナノワイヤが成長した。成長前基板加熱温度を変化させることにより、InP 基板の表面状態が変化し、In ドロップレットが形成される数が変化したためと考えられる。成長前基板加熱温度が 50°C 上がるごとに密度は約 10 倍になり、密度に対して高さと直径は指数関数的に変化していることが分かった(図 2)。またバラつきとして標準偏差/平均値を算出して求めると図 3 のようになり、 $10^8/\text{cm}^2$ オーダーの密度を持つ成長では 5%に抑えることが出来た。

謝辞

本研究は、文科省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の援助を受けて行われた。

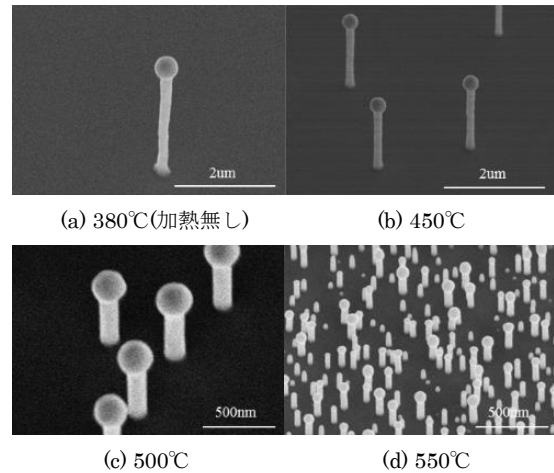


図 1 SEM 画像

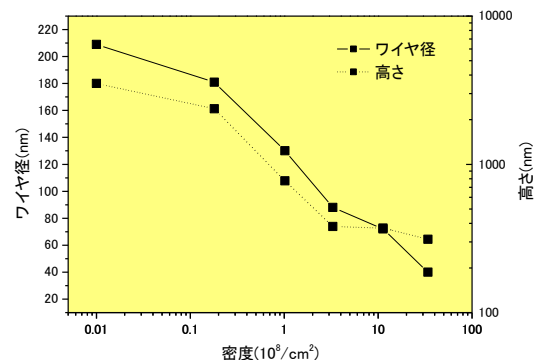


図 2 ワイヤ径、高さの密度依存性

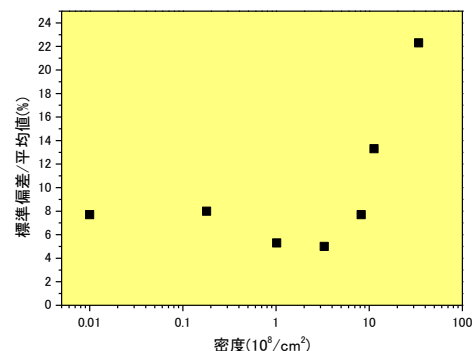


図 3 バラつきの密度依存性

参考文献

- [1] C. J. Novotny, P. K. L. Yu, Appl. Phys. Lett. 87, 203111 (2005).
- [2] G. Zhang, K. Tateno, H. Gotoh, T. Sogawa, Appl. Phys. Exp. 5, 055201 (2012).