

Ga 照射表面処理によるナノワイヤの成長方向制御

Growth direction control of nanowires by Ga-irradiated surface treatment

愛媛大工 ○行宗 詳規, 藤原 亮, 美田 貴也, 石川 史太郎

Ehime Univ. ○Mitsuki Yukimune, Ryo Fujiwara, Takaya Mita, Fumitaro Ishikawa

E-mail: f845025b@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】Ⅲ-V 族化合物半導体ナノワイヤは、次世代の光・電子デバイスへの応用が期待されている。その例として、太陽電池やトランジスタなどがある。このようなデバイスへの応用のために、垂直に配向が整ったナノワイヤの収率向上は重要である。配向を整えることで単体ナノワイヤの正確な構造の制御や基板全体への電極の取り付けが可能となる。現在では選択成長法による制御が主流である。選択成長法を用いない方向制御の方法として成長前の Ga 照射による基板表面酸化膜処理が報告されている[1]。今回、この表面処理を参考にナノワイヤ成長方向制御を試みた結果を報告する。

【実験・結果】方向制御には GaAs ナノワイヤを用いた。GaAs ナノワイヤの結晶成長は Si(111) 基板上に MBE 法を用いて行った。ナノワイヤ成長前表面処理は、760℃で加熱処理を施した表面を荒れさせた後、Ga 照射を行った。照射後再度 760℃で加熱処理を行い、Ga の浸食性を利用して酸化膜を除去する。加熱処理時間、Ga 照射量、照射回数を変化させて成長を行い、その後成長した GaAs ナノワイヤを走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察した。

実験の結果、文献通りの手法では垂直方向のナノワイヤは得られなかった。これは、現在使用している Si 基板の酸化膜が厚く、文献と初期条件が異なることが考えられた。そのため Ga の照射量と加熱処理の時間が不足し、ナノワイヤは酸化膜上に成長したことが考えられる。この結果を踏まえ、加熱処理時間と Ga 照射量を増加させて成長を行った試料の SEM 観察結果を Fig. 1 に示す。(a)は基板温度 300℃で 30 ML 照射後、760℃で 10 分加熱と Ga を 30 ML 照射を 3 回行った試料である。(b)は 300℃で 60 ML 照射後、760℃で 20 分加熱して Ga を 60 ML 照射し、最後に 30 分間加熱処理した試料である。この 2 種類の試料ではワイヤの多くが垂直方向に配向した。一方 (a)の試料では、斜めに成長したナノワイヤが約 32%確認された。(b)の試料は、多くが垂直に成長し、その収率は約 98%が得られた。今回の結果より、Ga 照射量が多く、照射回数が少ない表面処理において垂直方向のナノワイヤが成長できることが確認できた。従って、成長に使用した基板では酸化膜が厚いため、斜めに成長するナノワイヤが多くなっていたことが考えられる。以上より、Ga 照射によって適切な酸化膜を除去することで、多くの報告例がある選択成長を用いずに Si 基板上の垂直な GaAs ナノワイヤが得られることが確認できた。

[1] T. Tauchnitz et al., Cryst. Growth Des., 17, 5276, 2017.

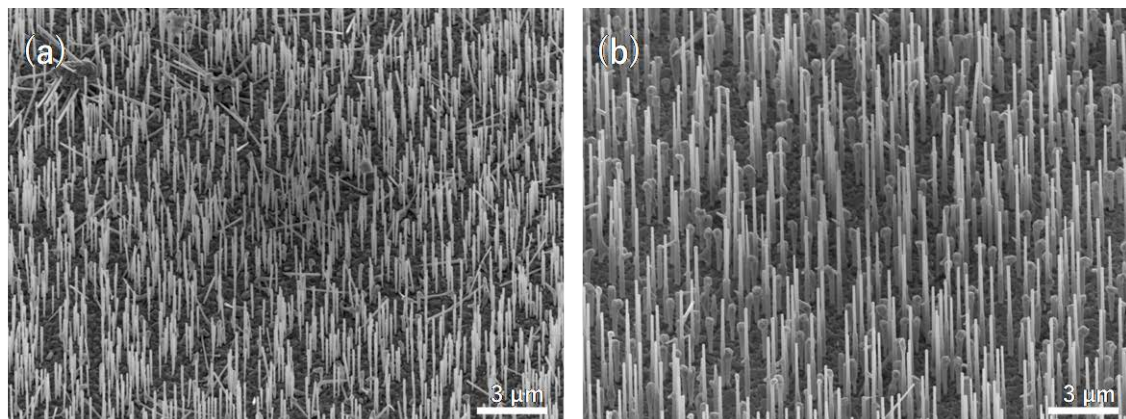


Figure 1. SEM images of the nanowires for the samples irradiating (a) 30ML Ga for 3 times and (b) 60 ML Ga before the growth.