

パターン開口 Si 加工基板を用いた MBE 法による GaAs 系ナノワイヤ成長条件最適化

Optimization of GaAs nanowire growth conditions by MBE using patterned substrate

北大情科院¹, 北大量集セ², 愛媛大工³, 東大 d. lab⁴

○中間 海音^{1,2}, 行宗 詳規³, 峰久 恵輔^{1,2}, 肥後 昭男⁴, 石川 史太郎^{1,2}

Hokkaido Univ.¹, Hokkaido Univ. RCIQE², Ehime Univ.³, d.lab, the Univ. of Tokyo⁴

°Kaito Nakama^{1,2}, Mitsuki Yukimune³, Keisuke Minehisa^{1,2}, Akio Higo⁴, Fumitaro Ishikawa^{1,2}

E-mail: nakama.kaito@rciqe.hokudai.ac.jp

[はじめに] GaAs はエレクトロニクスやオプトエレクトロニクスに適した優れた特性を持つ材料であり、高効率太陽電池、発光ダイオード、レーザーなどに応用されている。一方、集積プラットフォームとしては成熟した Si 基板が使用される。半導体ナノワイヤ(NW)は格子定数の大きく異なる Si 基板上でも GaAs を含めた異種高品質結晶が微細領域から MBE 成長可能である。Si 基板上の GaAs 系 NW デバイス構造の性質は、NW の位置、均一なサイズ、組成、方位を制御した場合に最適となるため、本研究ではパターン開口加工 Si 基板を用いて無加工 Si 基板において成長した NW と比較を行い、成長に最適な開口パターンの検討を行った。

[実験・結果]基板には加工を施さない Si(111)基板と、電子ビームリソグラフィ、イオンエッチングによりスパッタリング堆積 SiO₂ マスクに正方形の開口をパターンニングした Si(111)加工基板を準備した。無加工基板、加工基板それぞれに対して GaInNAs NW を成長させた。NW 成長時の基板温度は 560°C、As フラックスは 4.45×10^{-6} Torr とした。加工基板では Ga フラックスを GaAs(001)基板上で 0.1ML/s、無加工基板では 0.714ML/s とする供給量とした。NW コア成長において、加工基板を用いたことで成長ウィンドウを拡大し、さらなる結晶組成の制御を可能とした。それぞれの NW 成長後試料を走査型電子顕微鏡(SEM)で表面観察した結果を Fig. 1(a),(b)に示す。加工基板を用いることで NW の成長位置、配列、構造が整っており、加工基板を用いることによる良好に位置を選択し、各ワイヤの構造も制御可能になっていることが確認できた。また、それぞれの試料に対してランダムに 100 本の NW を選出し、NW の長さを統計処理した結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 から加工基板上では NW の長さが均一に成長できていることが確認できた。以上の結果からパターン開口 Si 基板を用いることで無加工基板における成長に比べ、NW の組成、位置選択成長、構造の均一化が得られることが判明した。

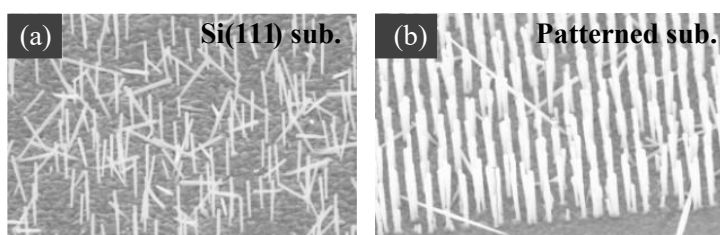


Figure 1. SEM surface observations of GaAs-related NWs grown on (a) bare Si(111) substrate and (b) patterned substrate.

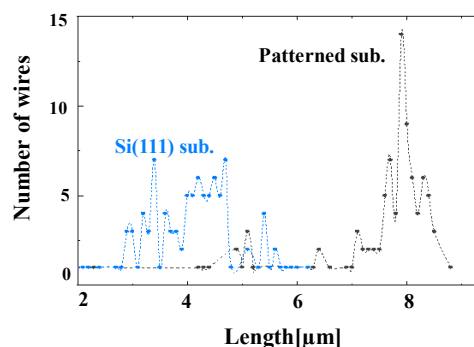


Figure 2. Statistically obtained the distributions of NW's length for samples shown in Fig. 1.