

Si パターン基板上への自己触媒 InP ナノワイヤの形成

Self-catalyzed InP nanowire growth on patterned Si substrates

東大ナノ量子¹, 富士通研², 東大生研³ ○河口 研一¹, 須藤 久男², 松田 学², 竹本 一矢²,
山本 剛之², 荒川 泰彦^{1,3}

INQIE, Univ. of Tokyo¹, Fujitsu Labs.², IIS, Univ. of Tokyo³ ○Kenichi Kawaguchi¹, Hisao Sudo²,
Manabu Matsuda², Kazuya Takemoto², Tsuyoshi Yamamoto², Yasuhiko Arakawa^{1,3}

E-mail: ken-kawa@iis.u-tokyo.ac.jp

我々は、近赤外領域のナノ光源応用に向けて InP 系ナノワイヤの研究開発を行っている。これまで、InP 基板上において、結晶構造・形状・位置を制御した VLS 成長 InP ナノワイヤ、および、その側壁上に InP/InAsP/InP 量子井戸を形成した室温発光する径方向ヘテロナノワイヤを報告してきた[1]。このヘテロナノワイヤ技術を、大面積モノリシック集積に適した Si 基板上へ展開していくために、今回、Si パターン基板上への自己触媒 InP ナノワイヤ形成を検討した。

Si(111)基板上に堆積した SiO₂膜(50 nm)に、直径 100 nm、間隔 10 μm の開口部を形成したパターン基板を用いた。H₂ 雰囲気中において約 730°C の熱処理を行った後、InP ナノワイヤを温度 400°C 付近で MOVPE 成長した。

高 III 族原料流量の成長条件(TMIn 流量 0.05 ccm、PH₃ 流量 155 ccm、8 分)を用いることにより、図 1(a)のような、直立した、錘状の InP ナノワイヤ(高さ約 8 μm)が形成された。ただし、初期成長を最適化していないため、直立したナノワイヤの他に、異種基板上成長起因の傾斜したナノワイヤや未成長の開口部も見られた。この成長条件でのナノワイヤ形成中に、気相エッチング効果を有する HCl ガス添加を検討した。軸方向成長中の横方向成長が抑制された結果、図 1(b)に示すようなテーパの小さい InP ナノワイヤが得られた。しかし、下方面に単調に太くなる錘状形状という点では変化は見られなかった。

HCl ガス添加に加えて、ウルツ鉱型(WZ)結晶生成を促進する効果のある S ドーピングを試みた。その結果、図 1(c)のように、途中の直径の変化が小さいナノワイヤが得られた。これ

は、ナノワイヤ中の WZ 結晶比率が増大し、横方向成長しにくい平滑な側壁の割合が増えたことによると考えられる。

この S ドープ InP ナノワイヤに続けて、ナノワイヤ側壁上に InP/InAsP/InP 量子井戸構造を温度 580°C で成長することにより、径方向量子井戸ナノワイヤを形成した。図 2 の PL スペクトルに示すように、単一ナノワイヤからの室温発光を確認した。今後、初期成長の最適化によって、付け根形状および直立ナノワイヤ形成比率の改善に向けた検討を進めていく。

本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業の支援により遂行された。

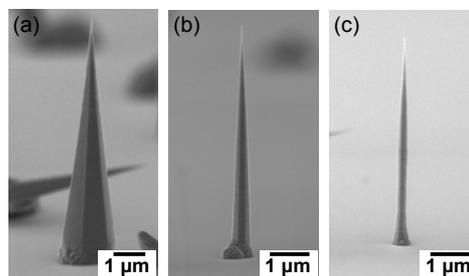


Fig. 1 SEM images of InP nanowire on Si (a) without HCl, (b) with HCl (0.016 ccm), and (c) with HCl (0.016 ccm) and H₂S (0.03 ccm).

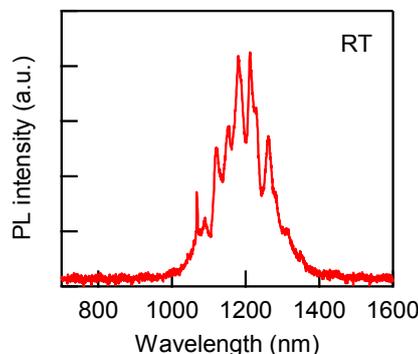


Fig. 2 Room-temperature PL spectrum of radial InP/InAsP/InP nanowire on Si substrate.

[1] 河口他、2013 年秋季応物 18p-C-11.