

マスクパターンによる InP 系ナノワイヤの位置決め VLS 成長

Position-defined InP-based nanowire growth by VLS mode using template masks

富士通研¹, 東大ナノ量子² ○河口 研一¹, 須藤 久男¹, 松田 学¹, 江川 満¹,
山本 剛之¹, 荒川 泰彦²

Fujitsu Labs.¹, INQIE, Univ. of Tokyo², °Kenichi Kawaguchi¹, Hisao Sudo¹, Manabu Matsuda¹,
Mitsuru Ekawa¹, Tsuyoshi Yamamoto¹, Yasuhiko Arakawa²

E-mail: k_kawaguchi@jp.fujitsu.com

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。これまでに、ランダムに分散した Au 微粒子を触媒に用いた良質なウルツ鉱型(WZ)結晶 InP ナノワイヤの VLS 成長、及びナノワイヤ側壁上への径方向ヘテロ構造の形成を報告してきた[1]。今回は、縦型の単体ナノワイヤデバイス作製に向けて、電極プロセスを施すのに必要な位置決めされたナノワイヤの形成を、パターン基板を用いた VLS 成長により検討したので報告する。

InP(111)B 基板上に膜厚 50 nm の SiO₂ を堆積した後、EB リソグラフィにより直径 100 nm、間隔 10~100 μm の 2 次元アレイ状の開口部を形成し、リフトオフプロセスにより開口部に膜厚 40 nm の Au 薄膜を蒸着することにより Au 触媒を有するパターン基板を作製した。Au 薄膜を下地の InP と反応させるためにパターン基板を PH₃ 雰囲気中で約 650°C で熱処理した後、InP ナノワイヤを温度 400°C 付近で MOVPE 成長した。ナノワイヤ成長中には、WZ 結晶相の生成を促進するために H₂S を、また、横方向成長によるテーパ形成を抑制するため HCl を添加した。

ナノワイヤ成長速度を SiO₂ マスクが無い時と同程度(約 18 $\mu\text{m}/\text{h}$)になるように TMI_n 供給量を調整したにもかかわらず、低 HCl ガス流量ではナノワイヤがテーパ状となるのに加えて、マスク効果によって開口部に蓄積した In が自己触媒となって成長したと考えられる斜め方向の異常成長ナノワイヤが基板近傍から発生した(Fig. 1(a))。気相エッチング効果のある HCl は、テーパだけでなく異常成長も抑制できることが今回分かり、流量を最適化することで長さ 3 μm 程度の良好な形状を有する

直立した InP ナノワイヤが得られた(Fig. 1(b))。

これらの InP ナノワイヤをコアとして径方向に波長 1.3 μm 帯の InP/InAsP 量子井戸構造を形成した。室温にて顕微フोटルミネッセンス($\mu\text{-PL}$)マッピング測定を行い、量子井戸ナノワイヤからの 2 次元アレイ状発光パターンを観測した(Fig. 2)。このように、デバイス作製に適した位置決めされた InP ナノワイヤが VLS 成長により形成できることが示された。

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。

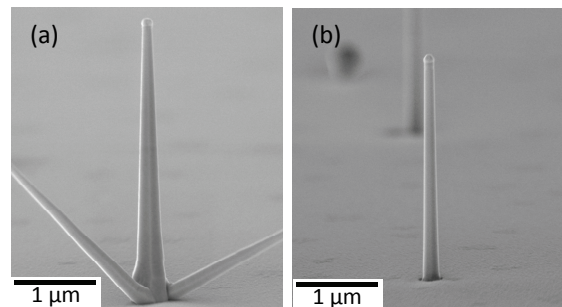


Fig. 1 SEM images of InP nanowires grown with (a) 0.4 ccm, (b) 1.2 ccm HCl flow.

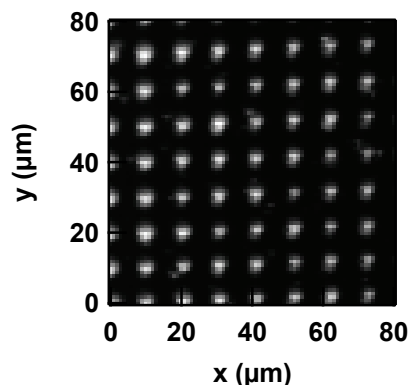


Fig. 2 $\mu\text{-PL}$ mapping image of InP nanowire array with radial InP/InAsP quantum well structure ($\lambda_{\text{PL}} = 1350 \text{ nm}$, 10- μm pitch).

[1] 河口他、2012 年秋季応物 12a-J-4.