

Templated-Liquid-Phase (TLP) 法による InP 成膜における キャップ・下地各層の潜在的機能の解明

Revealing unrecognized features of cap and underlying layers
in the Templated-Liquid-Phase (TLP) growth of indium phosphide

京大院工 ^{○(PC)}勝部 涼司, Yang Yuming, 野瀬 嘉太郎

Kyoto Univ., ^{○(PC)}Ryoji Katsube, Yuming Yang, Yoshitaro Nose

E-mail: katsube.ryouji.7a@kyoto-u.ac.jp



はじめに InPをベースとするデバイスを任意基板上に構築する手法はEpitaxial Lift-Off (ELO) 法が良く知られているが、リン化を改良したプロセスである Templated-Liquid-Phase (TLP) 法が近年注目を集めている [1]. TLP 法における前駆体の積層構造は、 SiO_x/In /下地層であり、下地層には TiO_2 やグラフェン等が利用できる。ここで SiO_x キャップ層は、いわばテンプレートとして液体 In の“脱濡れ”を抑制する。また、Sarkar らのモデルによると、“脱濡れ”せずにリン化できる薄膜面積には上限がある [2]. しかしこれには例外があり、Mo と MoO_x の場合のみ、薄膜面積に依存せず In は“脱濡れ”しない。これに対し我々は、TLP 法のメカニズムについて、より系統的な実験や熱力学計算に基づく考察を行った結果、各層の潜在的機能を解明し、より簡便に InP を成膜できることを見出したので報告する。

実験方法 Mo, MoO_x をそれぞれ DC スパッタリング、真空蒸着法によりソーダライムガラス (SLG) 基板上に成膜し、その上に真空蒸着法により In を堆積した。 SiO_x は RF スパッタリングにより成膜した。以上の方法で作製した前駆体を、リン供給源である $\text{Sn}/\text{Sn}_4\text{P}_3$ 二相試料と共に石英管に封入し、熱処理を行うことでリン化を試みた。条件は、前駆体側の温度 480°C 、 $\text{Sn}/\text{Sn}_4\text{P}_3$ 二相試料側の温度 500°C 、時間 20 min とした。その後、走査型電子顕微鏡 (SEM)、エネルギー分散型 X 線分析 (EDS)、および X 線回折 (XRD) によって相同定・組織観察を行い、光・電子物性はフォトルミネッセンス (PL) 法によって評価した。

実験結果及び考察 Figure 1(a) にリン化後の $\text{In}/\text{Mo}/\text{SLG}$ 試料、および Figure 1(b) に $\text{In}/\text{MoO}_x/\text{SLG}$ 試料の SEM-EDS 観察結果を示す。Mo 上の試料ではリン化後に Mo の露出が確認され、先行研究と同様に In の“脱濡れ”が起こったと示唆される。一方、 MoO_x 上の試料には In が一様に観測され、 SiO_x キャップ層を成膜しなくとも液体 In は“完全濡れ”状態にあることが明らかとなった。つまり、 MoO_x 下地層にも、“脱濡れ”を抑制する機能があると考えられる。先行研究で Mo 上の In 薄膜が“脱濡れ”しなかったのは、表面が酸化していたことが原因と推測される。次に、リン化後の $\text{SiO}_x/\text{In}/\text{MoO}_x/\text{SLG}$ 試料の SEM-EDS 観察結果を Figure 1(c) に示す。 SiO_x を成膜した場合、P の組成が著しく小さい領域が存在することが分かる。従って、 SiO_x にはリン化の進行を抑制する効果もあることが分かった。講演では、熱力学計算の結果や先行研究との比較を交え、各層の機能についてより詳細に議論する。

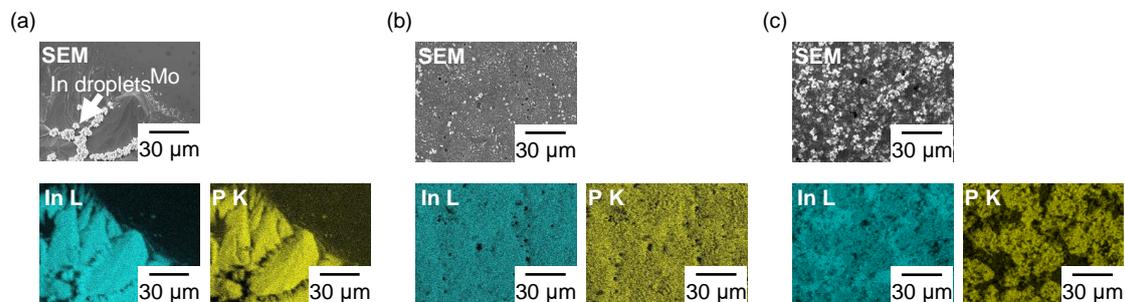


Figure 1. SEM images and corresponding EDS mapping of the samples with (a) $\text{In}/\text{Mo}/\text{SLG}$, (b) $\text{In}/\text{MoO}_x/\text{SLG}$, and (c) $\text{SiO}_x/\text{In}/\text{MoO}_x/\text{SLG}$ after phosphidation.

[1] R. Kapadia et al., Sci. Rep. (2013), [2] D. Sarkar et al., ACS Nano (2018).