

アンチモンサーファクタントによる GaPN 混晶の結晶性改善効果

Improved crystallinity of GaPN alloys by antimony surfactant

彦坂 昌志、山根 啓輔、岩土 遼介、平井 健登、若原 昭浩 (豊橋技科大)

M. Hikosaka, K. Yamane, R. Iwatsuchi, K. Hirai, A. Wakahara (Toyohashi Tech.)

E-mail: hikosaka.masashi.zt@tut.jp, wakahara@tut.jp

III-V-N 混晶は窒素(N)組成を制御することで格子定数とバンドギャップを調整することが可能であり、その中で GaAsPN は Si と格子整合する条件で太陽光スペクトルとマッチするため、III-V/Si 多接合太陽電池への応用が期待できる[1]。しかし、III-V-N 混晶は N 組成の増加に伴い、光学および電気的特性が著しく劣化することが問題となっている。今回、先行研究において報告された、GaInNaAs 成長時にアンチモン(Sb)を供給した場合にみられる結晶性改善効果(サーファクタント効果)[2]に着目した。本研究では GaAsPN 太陽電池応用に向けて、その母材となる GaPN 混晶の結晶成長時の Sb 供給による結晶性改善効果を検証した。

結晶成長には RF-MBE 法を使用した。GaP 基板の上に 100 nm の GaP 緩衝層、200 nm の GaPN 層の順に成長させた。この時の Sb の供給量は 1.4×10^{-7} Pa で一定としており、供給したすべての Sb が結晶成長中に取り込まれた場合の推定 Sb 組成は 0.4%である。窒素供給源として、RF プラズマセルにより生成した窒素ラジカルを用いた。電力は 200 ~400 W の間で変化させて成長した。

Fig.1 に Sb 供給ありと Sb 供給なしの場合に分けて N 組成の RF 電力依存性を示す。Sb の有無にかかわらず、RF 電力の増加に伴い N 組成は増加した。これは、原子サイズの違いに起因して、Sb が表面に存在する場合、歪エネルギーの観点で N を取り込みやすい状況が生まれていると推察される。また、同一 RF 電力で比較すると、Sb 供給ありの場合は N 組成が高くなり、低い RF 電力での結晶成長が可能になった。

Fig.2 に近い N 組成の GaPN 混晶の低温 PL スペクトルを示す。1.87eV 付近のピークがバンド端近傍の発行であり、1.35eV はバンド内の深い準位からの発光である。Sb 供給ありでは Sb 供給なしに比べて 4 倍高いバンド端近傍発光を得られた。また、PL の半値全幅は、Sb 供給有無にかかわらず 167 meV であった。以上の結果から、GaPN 成長時に Sb を供給することで高品質化できる可能性を見出した。

参考文献

[1] K. Yamane et al., Journal of Crystal Growth 486 (2018) 24.

[2] N. Miyashita et al., Solar Energy Materials & Solar Cells 111 (2013) 127.

【謝辞】本研究の一部は日本板硝子工学材料助成会の助成のもとに行われた。

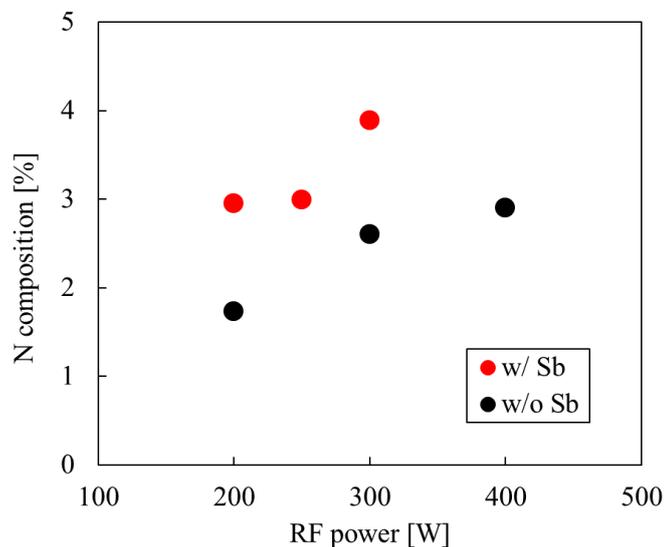


Fig.1 N composition as a function of RF power with/without Sb supply.

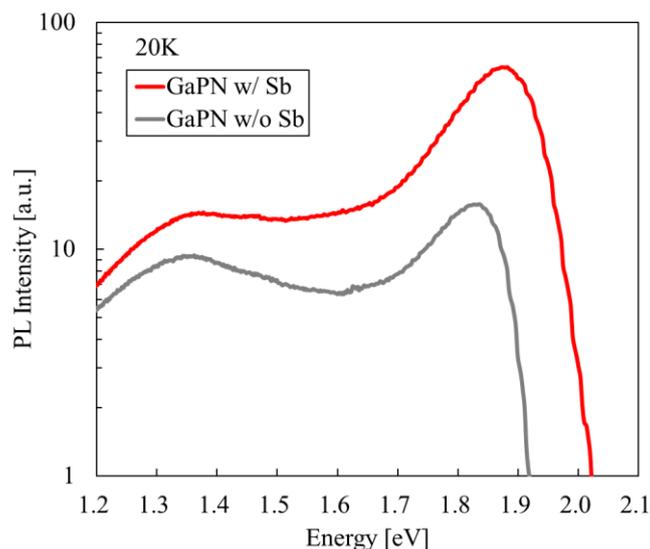


Fig.2 Low temperature PL spectra of GaPN with/without Sb.