

直接貼付 InP/Si 基板上選択成長 GaInAsP/GaInAsP MQW 構造のフォトルミネッセンス特性

Photoluminescence spectroscopy of selective MOVPE growth of GaInAsP/GaInAsP MQW structure on wafer bonded InP/Si substrate

上智大学 理工学部, 澁川航大, 対馬幸樹, 石崎隆浩, 白井琢人, 佐藤元就, 藤原啓太, 韓旭, 松浦正樹, 下村和彦
Sophia University, Kota Shibukawa, Koki Tsushima, Takahiro Ishizaki, Takuto Shirai, Motonari Sato,
Keita Fujiwara Xu Han, Masaki Matsuura and Kazuhiko Shimomura

E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

大規模集積回路の高速大容量通信を低消費電力で実現に向け、当研究室では、MOVPE 法によって、薄膜 InP を Si 基板上に直接貼り付けをした InP/Si 基板を作製し、光デバイスを集積する手法を提案してきた[1,2]. 今回、この InP/Si 基板上において、フォトリソグラフィによって SiO₂ 薄膜を任意の幅でパターンニングし、SiO₂ が無いストライプ部のみを選択的にエピタキシャル成長をすることで、GaInAsP/GaInAsP MQW 構造を MOVPE 成長した。この構造のフォトルミネッセンス特性の比較を行ったので、その結果を報告する。

実験方法

MOVPE 法を用いて InP 基板上に GaInAs / InP (1 μ m) / GaInAs を成長し、InP 基板及び GaInAs 層を除去することで GaInAs/InP 層を得た。そして、この薄膜層と Si 基板の表面を H₂SO₄:H₂O₂:H₂O 溶液にて -OH 基終端した後に接合、窒素雰囲気下で加熱することで InP/Si 基板を作製した。その後、この基板上に、Fig.1 のようにメサ幅 W 3 μ m~13 μ m, SiO₂ 幅 d 6 μ m~30 μ m をパターンニングした後に MOVPE 法を用いて MQW 構造を結晶成長した。MQW は、GaInAsP ($\lambda_g = 1.55\mu$ m) well 層と GaInAsP ($\lambda_g = 1.1\mu$ m) barrier 層の 10 周期の構造とした。成長温度は 640°C, 成長圧力は 100Torr とし、同時に成長した InP 基板上の MQW 構造とフォトルミネッセンス特性の比較を行った。

結果と考察

InP 基板上と InP/Si 基板上に成長した GaInAsP/GaInAsP MQW 構造を SEM を用いてメサが形成されていることを確認した。Fig.2 は成長した MQW 構造の SEM 図である。また、Fig.3 において、InP/Si 基板上に成長した GaInAsP/GaInAsP MQW 構造のガラス幅が 14 μ m と 28 μ m のフォトルミネッセンス測定の結果を Fig.3 に示す。この図よりガラス幅が増加すればピーク波長が長波長化することが確認できた。これは、SiO₂ 上においてはエピタキシャル成長しないことに起因し、それにより結晶表面より原料ガス濃度が高くなり、濃度勾配が生じてストライプ内に拡散して成長したことで、SiO₂ 上のマイグレーションがストライプ内に移動して成長したと考えられる。すなわち、InP/Si 上においても選択成長を行う場合、SiO₂ 幅 d を変化することで、ストライプ内への原料供給量を制御し、メサ領域内の量子井戸膜厚を変化させることで、量子

準位エネルギーを制御でき、これによって、バンドギャップエネルギー、すなわち、ピーク波長を制御できた。SiO₂ 幅 d が大きい場合、メサ層厚も増大するため、量子井戸での閉じ込め効果が減少し、ピーク強度が減少したと考えられる。

謝辞

本研究は、科学研究費助成事業 JP18H01503, ツルギフォトンクス財団の援助を受けて行われた。

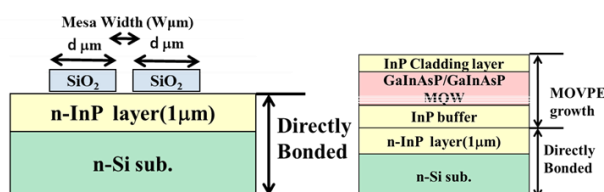


Fig.1: Structure of MQW laser on InP/Si

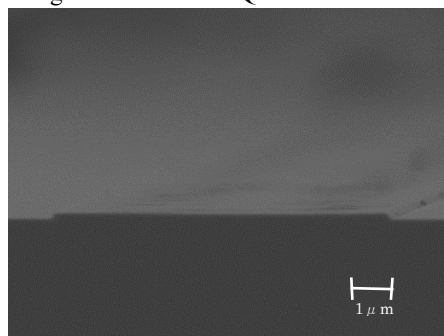


Fig.2: SEM image

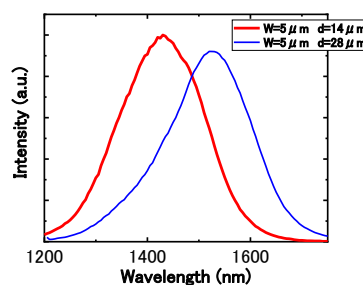


Fig.3: PL characteristic

参考文献

- [1] K. Matsumoto, J. Kishikawa, T. Nishiyama, Y. Onuki, and K. Shimomura, Jpn. J. Appl. Phys., vol.55, no.11, p.112201, 2016.
- [2] H. Sugiyama, K. Uchida, X. Han, P. Gandhi Kallarasana, M. Aikawa, N. Hayasaka, and K. Shimomura, J. Crystal Growth, vol. 507, pp. 93-97, 2019.