

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

Photoluminescence spectroscopy of GaInAsP/GaInAsP MQW structure

grown on wafer bonded InP/Si substrate using selective MOVPE

上智大学 理工学部, 澁川航大, 対馬幸樹, 伊藤慎吾, 石崎隆浩, 阿形幸二, 白井琢人, 佐藤元就, 小谷桃子, 韓旭,
下村和彦

Sophia University, Kota Shibukawa, Koki Tsushima, Takahiro Ishizaki, Takuto Shirai, Motonari Sato ,
Xu Han, and Kazuhiko Shimomura

E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

シリコンフォトンクスにおけるレーザ光源開発のために、われわれは薄膜 InP を Si 基板上に直接貼り付けをし、これに MOVPE 成長、光デバイス作製を行う手法を提案してきた[1,2]。今回、これらの基板において、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に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(Fig.2)。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。また、Fig.3 において、InP/Si 基板上に成長した GaInAsP/GaInAsP MQW 構造のガラス幅に応じたフォトルミネッセンス測定のパーク波長の結果を Fig.3 に示す。この図よりガラス幅が増加すればパ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、成長速度の増大が起きたと考えられる。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、ピーク波長を制御することができることが確認できた。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。

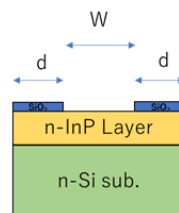


Fig.1: Structure of MQW laser on InP/Si

Material	Thickness	Doping	function
i-InP	50 nm	n.i.d: $1.1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$	Contact layer
GaInAsP/GaInAsP MQW $\times 10$	150 nm	n.i.d: $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$	Active layer
i-InP	100 nm	n.i.d: $3.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$	Buffer layer
n-InP	1 μ m	Si: $3.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$	n-InP layer
n-Si	250 μ m	Sb: $8.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$	n-Si sub.

Fig.2: Structure of MQW laser on InP

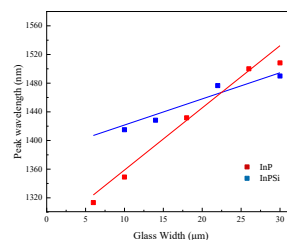


Fig.3: PL characteristic

参考文献

- [1] K. Matsumoto, et al., "Growth of GaInAs/InP MQW using MOVPE on directly-bonded InP/Si substrate", J. Crystal Growth, vol.370, pp.133-135, May 2013.
- [2] K. Matsumoto, et al., Jpn. J. Appl. Phys., vol.55, no.11, p.112201, 2016.
- [3] K. Matsumoto, et al., "Selective MOVPE growth of GaInAs/InP MQW on directly-bonded InP/Si substrate", Phys. Status Solidi C, vol.10, no.11, pp.1357-1360, Nov. 2013.