

InP 基板及び直接貼付 InP/Si 基板上自己形成 InAs 量子ドットの PL 特性について
PL characteristics of InAs QDs structure grown on directly bonded InP/Si and InP substrate
 上智大学 理工学部, 白井琢人, 韓旭, 松浦正樹, 石崎隆浩, 対馬幸樹, 下村和彦
 Sophia University, Takuto Shirai, Xu Han, Masaki Matsuura, Takahiro Ishizaki, Koki Tsushima,
 Kazuhiko Shimomura
 E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

近年、IoT やクラウドサービスの台頭から必要とされる通信容量が激増している。それに伴いデータセンターで処理されるデータ量も増大しているが、現行のデータセンターで用いられている電気配線では発熱や消費電力の増大が問題となっている。その対策として電気配線を光配線に置き換えるシリコンフォトニクスに関する研究が盛んに行なわれている。これに対し、我々は薄膜 InP 層と Si 基板を直接貼付法によって貼合わせ、この InP/Si 基板上に InP 系結晶の成長を行うことで光デバイスの集積および作製を行なう手法を提案してきた[1,2]。本研究では、InP/Si 基板と InP 基板上に InAs 量子ドットを成長し、両成長基板の表面状態の比較、並びにレーザ構造を成長し PL 測定の実験を行ったので報告する。

実験方法

MOVPE 法を用いて InP 基板上に GaInAs/n-InP/GaInAs/i-InP の順に成長し、塩酸溶液を用いて InP テンプレートを露出させた薄膜層と Si 基板を硫酸溶液で洗浄し両基板表面を親水化したものを貼り合わせた。印加圧力下にて 400°C で加熱処理を行い、直接貼付 InP/Si 基板を作製した。MOVPE 法を用いて InP 基板と直接貼付 InP/Si 基板上に InAs QD/i-GaInAs/i-InP を成長し、成長後の基板の表面状態を AFM を用いて測定し比較を行った。InP 基板と直接貼付 InP/Si 基板上に Fig.1 に見られるような p-GaInAs/p-InP/p-GaInAsP SCH/i-GaInAs SCL/i-InP FCL/InAs QD/i-GaInAs/n-GaInAsP SCH/n-InP で構成される InAs 量子ドットレーザ構造の成長を行った。成長した基板に対して硫酸溶液($\text{H}_2\text{SO}_4\text{:H}_2\text{O}_2\text{:H}_2\text{O}$)と塩酸溶液($\text{HCl:H}_2\text{O}$)を用いてエッチングし SCH 層を露出させ PL 測定を行い比較を行った。

実験結果

Fig.2 は InAs 量子ドットのみの成長を行った際の InP 基板と InP/Si 基板の表面状態を示したものである。InP 基板上、InP/Si 上での量子ドット密度はそれぞれ $4.20 \times 10^{10} [\text{cm}^{-2}]$ 、 $2.67 \times 10^{10} [\text{cm}^{-2}]$ であり、密度差が見られた。Fig.3 は両基板の PL 特性の比較を行ったものである。InP 基板での PL 強度は InP/Si 基板と比較して 10%程度高い傾向にあることがわかった。

以上より、InP 基板と InP/Si 基板では InP 基板の方が量子ドット密度は高く、この量子ドットの密度差により PL 強度の違いが得られたと思われる。

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。

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] M. Aikawa, Y. Onuki, N. Hayasaka, T. Nishiyama, N. Kamada, X. Han, P. Gandhi Kallarasan, K. Uchida, H. Sugiyama and K. Shimomura, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 57, no. 2S1, 02BB04, pp.02BB04-1-6,

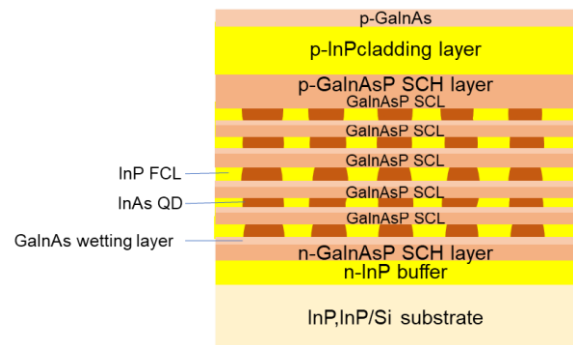


Fig.1 InAs QDs laser structure

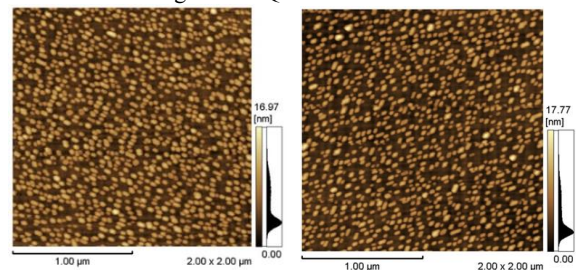


Fig.2 AFM images of InAs QDs on InP and InP/Si substrate

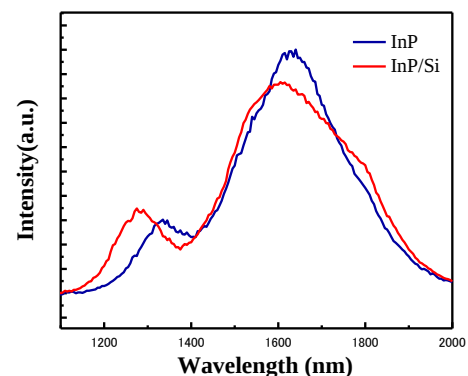


Fig.3 PL characteristics of InAs QD laser grown on InP and InP/Si substrate