

直接貼付 InP/Si 基板上 MQW レーザにおける電流電圧特性の InP 膜厚依存性について Template thickness dependence on I-L characteristics in GaInAsP/GaInAsP MQW laser diode grown on directly bonded InP/Si substrate

上智大学 理工学部, 白井琢人, 早坂夏樹, 相川政輝, 韓旭, 杉山滉一, 内田和希, 松浦正樹, 石崎隆浩, 対馬幸樹, 下村和彦

Sophia University, Takuto Shirai, Natsuki Hayasaka, Masaki Aikawa, Xu Han, Hirokazu Sugiyama, Kazuki Uchida, Masaki Matsuura, Takahiro Ishizaki, Koki Tsushima, Kazuhiko Shimomura

E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

大規模集積回路における通信容量の増加に伴い、電気配線における発熱や消費電力の増大が問題となっている。そこで、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きた。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]。今回、InP/Si 基板の薄膜 InP 膜厚を $1.0\mu\text{m}$ 、 $1.5\mu\text{m}$ と変化させ、その基板の表面状態および、その基板上に成長した MQW レーザにおける電気特性の評価を行なったので報告する。

実験方法

MOVPE 法を用いて InP 基板上に GaInAs/InP($1.0\mu\text{m}$ or $1.5\mu\text{m}$)/GaInAs の順に成長した。作製した基板にウェットエッチングを行い InP テンプレート層を露出させ、薄膜層と Si 基板に $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$ 溶液で洗浄を施すことで表面を親水化させて図 1 のように両基板を貼り合わせた。その後、印加圧力の下で 400°C において加熱処理を行い、InP テンプレート層厚の異なる 2 種類の InP/Si 基板を作製した。その後この貼付け基板上に MQW レーザ構造を MOVPE 成長で作製し、電極形成を行った後、2 種類のレーザ素子の電気特性を評価した。

実験結果

図 2 は貼付基板の表面状態を示したものである。InP テンプレート層厚が $1.0\mu\text{m}$ の貼付基板におけるボイド占有率は 2.03%、 $1.5\mu\text{m}$ の貼付基板におけるボイド占有率は 2.06%であり大きな違いは見られなかった。図 3 は薄膜 InP 層厚別に発振しきい値における電圧(閾値電圧)の分布を示したものである。図より InP テンプレート層厚が $1.0\mu\text{m}$ のものに比べ $1.5\mu\text{m}$ の方が閾値電圧が低い傾向にあることがわかる。

以上より InP/Si 基板の InP テンプレート膜厚を $1.0\mu\text{m}$ から $1.5\mu\text{m}$ に厚くすることでレーザ素子の電気特性が向上する傾向があることが得られた。

謝辞

本研究は、科学研究費助成事業 JP18H01503, カシオ科学振興財団, ツルギフォトニ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 Kallaras, K. Uchida, H. Sugiyama and K. Shimomura, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 57, no. 2S1, 02BB04, pp.02BB04-1-6,



図1 直接貼付法貼り付け図

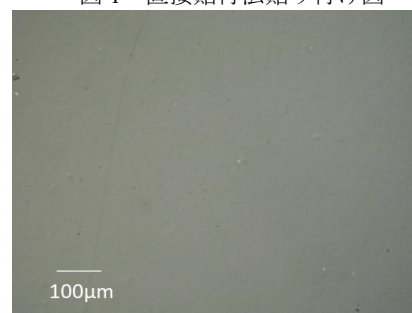


図2 InP テンプレート層厚 $1.0\mu\text{m}$ の貼付基板の表面状態

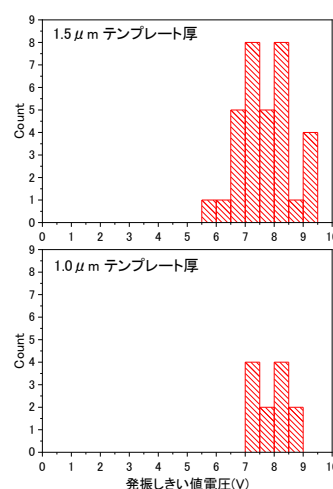


図3 テンプレート膜厚における閾値電圧の分布図