

直接貼付 InP/Si 基板上 1.5 μ m 帯 GaInAsP レーザの低温発振特性

Low temperature lasing characteristics of GaInAsP laser diode on wafer bonded InP/Si substrate

上智大学 理工学部, 内田和希, 西山哲央, 鎌田直樹, 大貫雄也,

韓旭, Periyannayagam Gandhi Kallarasam, 杉山滉一, 相川政輝, 早坂夏樹, 下村和彦

Sophia University, Kazuki Uchida, Tetsuo Nishiyama, Naoki Kamada, Yuya Onuki, Xu Han,

Gandhi Kallarasam Periyannayagam, Hirokazu Sugiyama, Masaki Aikawa,

Natsuki Hayasaka, Kazuhiko Shimomura

E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

今後急激に増大するデータ通信量に対応するために、データセンター等で使用される大規模集積回路の高速大容量通信を低消費電力で実現する必要がある。それに伴い Si 基板上への InP 系光デバイスの集積が盛んに研究されている。これに対し我々は薄膜 InP を Si プラットフォーム上に貼り合わせた InP/Si 基板を作製し、この基板上に MOVPE 法を用いることで光デバイスの作製及び集積する手法を提案してきた[1,2]。今回、InP/Si 基板上において、波長 1.5 μ m 帯での発振を狙った GaInAsP-InP ダブルヘテロレーザの集積を行った。そして電流注入による低温発振特性の評価を行い、InP 基板上に成長した GaInAsP-InP ダブルヘテロレーザの特性と比較し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 / GaInAs を成長し、GaInAs 層及び InP 基板をエッチング処理することで InP 薄膜を得た。また、Si 基板は表面の自然酸化膜及び有機的不純物を除去するべく HF 及び $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$ 溶液による洗浄を行った。そして、InP 薄膜と Si 基板の表面を $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$ 溶液にて -OH 基終端した後に接合、窒素雰囲気下で 400 $^{\circ}\text{C}$ 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 MOVPE 法を用いて図 1 に示すような 1.5 μ m 帯 GaInAsP-InP のダブルヘテロ構造を結晶成長した。成長温度は 650 $^{\circ}\text{C}$ 、成長圧力は 60Torr とした。最後に、基板の p 側、n 側両面に電極形成を行い、へき開処理によってレーザ構造化させた。

結果と考察

InP/Si 基板上に成長した GaInAsP-InP ダブルヘテロレーザからの低温発振 I-L 特性を図 2 に示す。図 2 はパルス幅 0.5 μ s、デューティ比 0.05% の電流注入を -20 $^{\circ}\text{C}$ の低温状況で行ったものである。素子の寸法は 270 x 60 μm^2 であり、発振閾値電流密度は約 4.75 kA/cm^2 と得られた。また、別の素子での発振スペクトル特性を図 3 に示す。この図より、作製されたレーザの発振波長は約 1498nm であることを確認した。

そして InP 基板上に成長した GaInAsP-InP ダブルヘテロレーザの -20 $^{\circ}\text{C}$ の低温状況下での発振閾値電流密度との差を温度ごとに比較検討した。

謝辞

本研究は、科学研究費助成事業 #15K06029 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] K. Matsumoto, J. Kishikawa, T. Nishiyama, T. Kanke, Y. Onuki, and K. Shimomura, Applied Physics Express, vol. 9, 062701, May 2016.

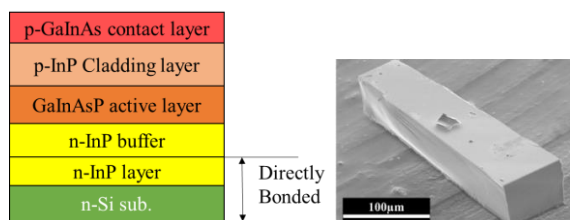


図 1 : 成長構造図

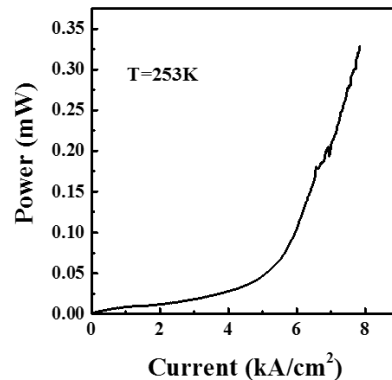


図 2 : 低温発振 I-L 特性

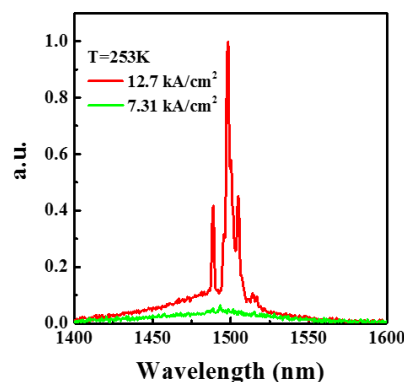


図 3 : 発振スペクトル