

## 高品質 T 型量子細線レーザーの 作製と評価

### Formation and characterization of quantum wire lasers with high uniformity

吉田正裕・秋山英文\*

M. Yoshita, and H. Akiyama

東京大学物性研究所

Institute for Solid State Physics  
(ISSP), University of Tokyo

**【目的】**本研究では、量子細線半導体レーザーの優れた性能とその物理を検証するために、MBE においてへき開再成長を行って従来にはない高品質の量子細線レーザー構造を作製することを目的としている。

**【研究方法】**この方法において高品質の量子細線を形成する鍵は、へき開再成長時に形成する薄膜の品質を向上させることである。そこで我々は、成長中断アニール法を開発し、様々な条件での薄膜形成と、AFM・顕微 PL 測定による評価を繰り返し、界面の平坦化・均一化を進めた<sup>1-4)</sup>。更に、第一原理計算により、平坦化メカニズムのモデル化を行った<sup>5)</sup>。そして、最終的に得られたへき開再成長薄膜および GaAs 量子細線レーザーを、顕微 PL、PLE<sup>6-7)</sup>、光吸収<sup>8)</sup>、光励起レーザー発振<sup>9)</sup>などによって評価した。PL 量子効率の評価システムの開発が進行中である。

**【結果・考察】**As フラックス 600-630 度 10 分の成長中断アニールにより GaAs110 面が原子平坦になることが確かめられ、理論との比較などにより平坦化の機構が明らかになった。650 度まで温度を上げすぎると新たな原子ステップパターンが形成されてしまうことが分かった。この成長中断アニール法により、

14nm×6nm 寸法の量子細線の PL 線幅は、従来の約 10 分の 1 の約 1meV 程度にまでシャープになり、ストークスシフトも 0.3meV 以下にまで減少することが分かった。単一の量子細線の透過光吸収実験に成功し、80/cm という大きなモーダル吸収係数が低温で得られ、室温では 1 次元室温励起子吸収が確認できた。低温光励起で単一量子細線のレーザー発振が観測された。動作温度は、単一細線で最高 60K、20 本の細線で最高 120K であった。

**【まとめ・今後の方針】**AFM の結果からは原子平坦な界面が形成されていると考えられるが、PL の線幅が 1meV より細くならないことが未解決の課題として残っている。発振は 120K までの低温に限られていて、高温化のためには更に閉じ込めを深くしなければならない。アルミ組成の高い試料に関しては、まだへき開再成長の良いイールドが得られないので原因の追求が必要である。InGaAs など新たな材料系やエッチングなどのプロセスを導入した構造の開発には、欠陥・ダメージの評価が必要なので PL 量子効率評価測定系の開発を急ぐ必要がある。

#### 参考文献

- 1) M. Yoshita et al., Physica E 21, 230 (2004).
- 2) J-W Oh, et al., J.A.P. 96, 6370 (2004).
- 3) M. Yoshita, et al., J.C.G. 251, 62 (2003).
- 4) J. W. Oh, et al., A.P.L. 82, 1709 (2003).
- 5) A. Ishii, et al., A.P.L. 83, 4187 (2003).
- 6) H. Akiyama, et al., A.P.L. 82, 379 (2003).
- 7) H. Itoh, et al., A.P.L. 83, 2043 (2003).
- 8) Y. Takahashi et al., A.P.L. 86, 243101 (2005)
- 9) Y. Takahashi, et al., A.P.L. 83, 4089 (2003).

\*他の研究メンバー：(東大物性研) 呉智元、早水裕平、高橋和、伊藤弘毅、安東頼子、(Lucent-Bell 研) L. Pfeiffer、K. West