

多機能メタモルフィックバッファ層を有する量子ドットレーザの MBE 成長

MBE Growth of QD Lasers on Multi-Functional Metamorphic Buffer Layer

東大ナノ量子機構 ○權 晋寛, 井本 隆哉, 荒川 泰彦

NanoQuine, Univ. Tokyo, °Jinkwan Kwoen, Takaya Imoto, Yasuhiko Arakawa

E-mail: jkkwoen@iis.u-tokyo.ac.jp

産業的な意味を有する光デバイスを開発するためには、限定的な汎用基板材料上で広い範囲の技術の需要を満たせる必要がある。そのため、結晶成長分野では GaAs, InP などの基板の結晶格子定数を変化させるメタモルフィック層のアプローチが注目されてきた[1]。しかしながら、メタモルフィック層では格子不整合により必然的に結晶欠陥が生じ、素子性能及び寿命を減少させる。それに加え、格子整合系の素子に比べて追加的なメタモルフィック層の形成が必要であることから、結晶成長にかかる時間・材料コストの上昇も伴う。今回我々は、量子ドットレーザ構造を、結晶格子拡張・レーザクラッド・貫通転位フィルターの3つの機能を同時に持つ、多機能メタモルフィックバッファ(Multi-functional Metamorphic Buffer:MFMB)層上[2]に成長し、既存のメタモルフィック層の結晶欠陥・厚膜化の問題を解決することで、レーザ発振を確認したので報告する。

サンプルは n 型 GaAs 基板上で個体ソース MBE 法を用いて成長された。620° C で表面酸化膜除去された基板に、200 nm の n ドープされた GaAs バッファ層が成長された。その後、(10 nm $\text{In}_x\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{(0.65-x)}\text{As}$ /10 nm $\text{In}_{(x+0.1)}\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{(0.55-x)}\text{As}$)を5回繰り返した歪み緩和層を含んだ各 300 nm 膜厚の $\text{In}_x\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{(0.65-x)}\text{As}$ 層が3層($x=0.15, 0.20, 0.23$)成長された(図1)。続いて、600 nm の $\text{In}_{0.23}\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.42}\text{As}$ 層と 40 nm の $\text{In}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{As}$ が成長された。その上 50 nm の InAs/InGaAs 量子ドット層が8層積層された。活性層上には 1500 nm $\text{In}_{0.23}\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.42}\text{As}$ /400 nm $\text{In}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{As}$ が形成された。MFMB で格子定数は 0.56 nm から 0.575 nm まで伸び、屈折率は 3.2 前後で維持された(図2)。また、断面 TEM 観察では、MFMB の歪超格子層で転位がブロックされ、その上の活性層領域には拡張されないことが確認できた。このレーザ構造で作製されたファブリ・ペロー型レーザからは、1.43 μm 波長帯でレーザ発振が確認され、MFMB がメタモルフィック層としての機能も十分に果たしていることが分かった(図3)。

本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP13004)および科研費特別推進研究の結果得られた。

[1] Y.-C. Xin, et. al, Journal of applied physics **94** 3, 2133 (2003).

[2] D. Jung, et. al, Appl. Phys. Lett. **109** 21, 211101 (2016).

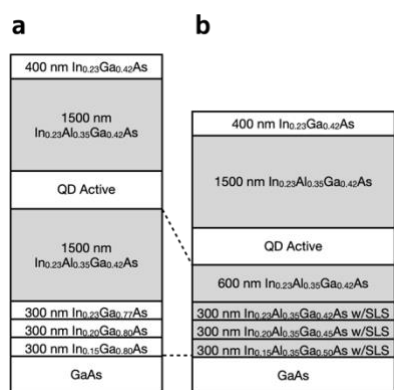


Fig 1 Layer structure of InAs/InGaAs QD laser on (a) conventional MB layer and (b) on MFMB layer

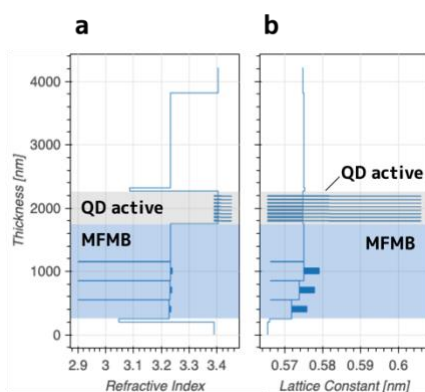


Fig 2 (a) Refract indices and (b) lattice constant of InAs/InGaAs QD laser on MFMB layer

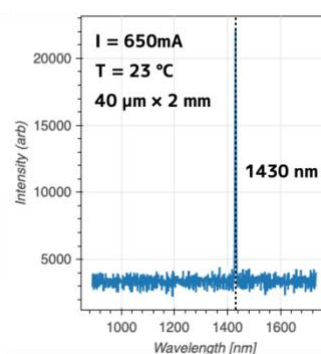


Fig 3 Laser spectrum of a QD laser on MFMB layer