18a-A20-1

Si ウェハに直接接合した InGaAsP 多重量子井戸薄膜の高温環境耐性

High-temperature tolerance of InGaAsP MQW film directly bonded to Si substrate

日本電信電話株式会社　NTT フォトニクス研

○藤井 拓郎，佐藤 具就，武田 浩司，長谷部 浩一，硲塚 孝明，松尾 慎治

NTT Photonics Labs., NTT Corporation,

○T. Fujii, T. Sato, K. Takeda, K. Hasebe, T. Kakitsuka, and S. Matsuo

E-mail: fujii.takuro@lab.ntt.co.jp

1. はじめに

大規模光集積デバイスの実現に向けて、Si 基板上の任意の箇所に III-V 族半導体素子を作製する技術が求められている。特に小型・高効率なレーザを Si 基板上に作製するには埋込みヘテロ構造の適用が必須であり、我々は、Si 基板上に InP 系多重量子井戸(MQW)薄膜を直接接合し、その後 MOVPE 結晶成長を行う手法を提案してきた[1, 2]。今回、結晶成長時の高温プロセスによる Si 基板上 InP 系結晶品質の劣化が、InP 系薄膜の結晶構造に強く依存することを確認したので報告する。

2. 実験手法

まず MOVPE 法により、2 インチ InP (100)基板上に InGaAs エッチストップ層、InP で挟んだ InGaAsP/InGaAsP MQW 層を順次成長した。続いて、成長後の InP 基板と 2 インチ熱酸化膜付 Si (100)基板を直接接合し、InP 基板とエッチストップ層を除去することで、MQW を含んだ InP 系薄膜を Si 基板上に形成した。このとき、接合界面から MQW 層までの InP 層の膜厚を変化させ合計膜厚を 250 nm, 450 nm, 650 nm, 1 μm と変化させた。これらの試料を結晶成長雰囲気下（610℃、30 Torr）で 30 分間加熱し、フォトルミネッセンス（PL）測定により結晶品質を評価した。

3. 結果と考察

図 1 に、加熱処理を行った試料の顕微 PL ピーク強度分布を示す。膜厚 250 nm の試料では均一な発光強度が観測されたのに対し、膜厚 1 μm の試料では非発光領域が多数生じた。図 2 に、InP 系薄膜の膜厚と、加熱処理前後の PL ピーク強度（全測定点の中央値）変化率の関係を示す。膜厚 250 nm, 450 nm の試料では加熱処理による PL 強度低下率は 7-8%に留まったが、それ以上の膜厚の試料では、厚膜化に伴う PL 強度低下率の増大が認められた。厚膜試料における PL 特性の劣化は、熱応力により生じた結晶内の線欠陥に起因するものと考えられる。また、InP 系薄膜の合計膜厚が 1 μm の試料であっても、薄膜の中央に MQW を配置した場合は、線欠陥の発生に伴う劣化は確認されるものの、PL ピーク強度の劣化は大幅に抑制されることが確認された。以上より、Si 基板上 InP 薄膜テンプレート上の成長においては、膜厚と MQW 層の位置が重要なパラメータである事が明らかとなった。

【参考文献】　[1] 藤井他, 春応物, 18a-E11-8A (2014). [2] S. Matsuo et al., Opt. Express, 22, 10, 12139-12147 (2014).

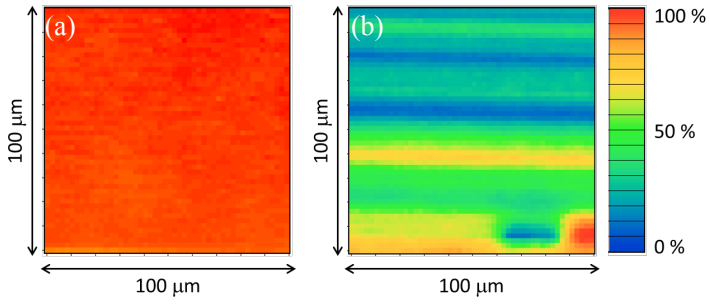

Fig. 1　Micro-PL intensity distribution for InP-based film on Si with a film-thickness of (a) 250 nm and (b) 1 μm, after annealing in an MOVPE reactor at 610°C in a PH_3 atmosphere for 30 minutes.

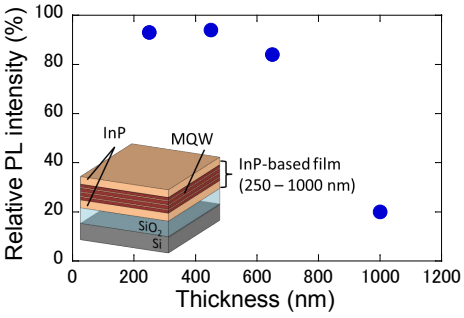

Fig. 2　Film-thickness dependence of relative PL intensity for InP-based film on Si after high-temperature annealing.

© 2014 年　応用物理学会