1μm 帯広帯域高強度発光 InGaAs 薄膜の成長条件の検討

Growth conditions of the InGaAs thin film with 1-μm-band broadband and high-intensity emission

和歌山大システエ ○(M1)祝出　航佑，尾崎 信彦*
Wakayama Univ. ○K. Iwaide, and N. Ozaki *
E-mail: ozaki@wakayama-u.ac.jp

【はじめに】近赤外光は光通信や医療など様々な分野で利用されている。その一例として近赤外光を用いた非侵襲イメージング技術である光コヒーレンストモグラフィー(OCT)[1]がある。OCT は低コヒーレンス光干渉を利用して生体内部の断層画像を非侵襲に取得する技術である。この OCT 光源に生体透過性の高い近赤外光を用いることで画像取得範囲を拡大できるが、中でも波長 1μm 帯は生体の主な構成要素である水とヘモグロビンによる光吸収がともに小さいため、目など水分を多く含む生体内部への到達深度をあげることができる。また、取得画像の光軸分解能は光源の帯域と反比例するため、OCT 光源には中心波長が 1μm 帯で、かつ広帯域な発光を持つことが求められる。我々はこれまで、波長 1μm 帯で発光を示す GaAs 上 InGaAs 薄膜を、歪み臨界膜厚近傍で比較的高温で成長すると広帯域な発光を示すことを見出した[2]。本研究ではこの InGaAs 薄膜の構造及び光学特性の成長温度依存性をより詳細に調べ、広帯域かつ高強度を得るための成長条件を検討したので報告する。

【実験手法】サンプルは分子線エピタキシー法を用いて、n-GaAs(100)基板上に作製した。薄膜成長時の In 組成比は 34%、成長膜厚は 6nm とした。作製したサンプルについて、表面構造は原子間力顕微鏡法(AFM)、光学特性は室温におけるフォトルミネッセンス(PL)測定により評価した。

【結果と考察】Fig. 1 は成長温度 505、520、540 °C で作製した各 InGaAs 薄膜からの PL スペクトルである。成長温度 520 °C において成長したサンプルは他の温度で成長したサンプルに比べ、広帯域(半値全幅 0.15 eV)かつ高強度な発光を示し、中心波長が水吸収の少ない 1 μm 帯に現れた。また、スペクトル形状がガウシアンに近い単峰性を示しており、OCT 光源に要求される特性を兼ね備えたものとなった。Fig. 2 に各サンプルの AFM 画像を示す。成長温度 505 °C のサンプルは三次元島状構造が高密度に分布しており、歪み臨界膜厚近傍で三次元転移が起きていることが分かる。対照的に成長温度 540 °C の AFM 画像は、表面が平坦構造をもつことが分かる。これは高温成長に伴う In 再蒸発による In 組成低下によるものと考えられ、Fig. 1 で見られた狭帯域かつ高エネルギー発光とも整合する。また、成長温度 520 °C では三次元島状構造が熱拡散によって結合していると思われる形態をなすことが分かった。以上から臨界膜厚近傍で成長させた InGaAs 薄膜は、In の再蒸発が発生しない程度の高温成長によって、適度な三次元結合構造、かつ欠陥のアニール効果によって、広帯域、高強度な発光を可能としたのではないかと考えられる。

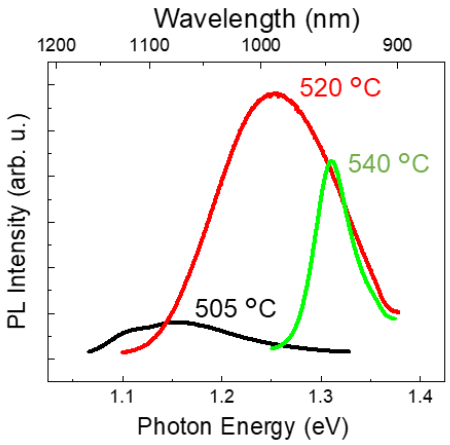

Fig. 1. PL spectra obtained from InGaAs thin films grown at 505, 520, and 540 °C.

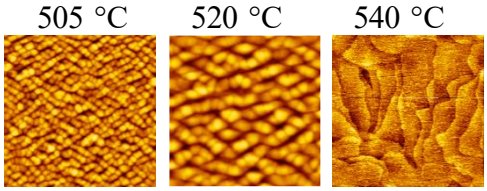

Fig. 2. AFM images (1 × 1 μm^2) of InGaAs thin films grown at 505, 520, 540 °C.

【謝辞】本研究の一部は科研費(20H02183)、日本板硝子材料工学助成会の研究助成を受けて実施されました。

[1] Optical Coherence Tomography: Principles and Applications (Academic Press, New York, 2006).
[2] N.Ozaki et al. J. Cryst. Growth. **477**, 230 (2017).