

GaAs (100) 傾斜基板上への歪 InGaP/InGaP MQW の MOMBE 成長

Strained InGaP/InGaP MQW grown on misoriented GaAs (100) substrate by MOMBE

日本電信電話 (株) NTT フォトニクス研¹, 大阪市大大学院工学研究科²○満原 学¹, 渡邊則之¹, 横山春喜¹, 重川直輝²NTT Photonics Labs., NTT Corporation¹, Grad. School of Eng., Osaka City Univ.²○M. Mitsuhashi¹, N. Watanabe¹, H. Yokoyama¹, and N. Shigeoka²

E-mail: mitsuhashi.manabu@lab.ntt.co.jp

【はじめに】我々は、Si をボトムセルとするタンデム型太陽電池のトップセルにヒ素フリー材料である歪 InGaP/InGaP MQW の応用を検討している。これまでに MOMBE を用いて MQW を GaAs 上に成長し、成長速度の増大や成長温度の低減により PL 発光効率を改善できている¹⁾。太陽電池では光励起により発生したキャリアを電極に引き抜く必要があり、各層でキャリアトラップの発生を抑制することが重要となる。InGaP の電子トラップの低減には、成長速度の低減や成長温度の増大が有効なことが知られている^{2,3)}。この電子トラップを低減する条件と前述の MQW の発光効率を改善する条件は反対のため、この 2 つの両立は難しい。

一方、GaAs 上の InGaP を含む構造で、PL 強度の改善には傾斜基板の使用が有効であるという報告がある⁴⁾。今回、我々は成長速度を低減した条件での MQW の成長を検討し、傾斜基板を用いることで PL 発光強度が顕著に増大することを見出したので報告する。

【実験】MQW は、原料に TMIn, TEGa, PH₃ を用いた MOMBE により基板温度 515°C で成長した。試料は、Fig.1(a) に示すように上下を InGaP で挟んだ井戸数が 20 の MQW 構造であり、基板には GaAs (100) just 基板または傾斜基板を用いた。GaAs (100) 傾斜基板は、Fig.1(b) に示すように (011) 方向に傾斜させたオフ角 (substrate off-angle: α) が 2~15° のものを用いた。成長速度は、Ga 組成が多い障壁層と MQW 上下の InGaP に関してはこれまでの 1/2 以下とした。一方、組成が InP に近く電子トラップの影響が小さいと考えられる井戸層は、これまで通りの高い成長速度を用いた。

【結果】Fig.2 は、GaAs (100) just 基板とオフ角度を変えた傾斜基板上に同じ条件で成長した試料の室温 PL スペクトルを示している。各スペクトルで長波側のピークは MQW からの発光で、短波側のピークは MQW の上の InGaP からのものである。MQW からの PL 発光ピーク強度は、基板のオフ角度が大きくなるに従って急激に増加し、15° オフ基板を用いた場合には just 基板を用いた場合に比べて 10 倍以上の強度が得られた。一方、MQW の PL ピーク波長は、オフ角 6° 以上でオフ角の増加に伴う短波長側へのシフトが見られた。このピークシフトは、MQW の上の InGaP でも同様に見られることから、MQW を構成する InGaP 井戸層と InGaP 障壁層の Ga 組成が増加することによって考えられる。図示しないが、10° オフ基板を用い、Ga 組成を減らして PL ピーク波長を長波長化させた試料でも

Fig.2 とほぼ同等の PL ピーク強度が得られた。

以上より、歪 InGaP/InGaP MQW の PL 発光効率の改善には、傾斜基板上の成長が有効なことが分かった。

謝辞 本研究の実施に当たり JST-CREST 「太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出」の支援を受けた。

<参考文献>

- [1] 満原他 :2012 年春季応用物理学会 18p-C1-5.
- [2] E.Paloura *et al.*, Appl. Phys. Lett., **59**, 3127 (1991).
- [3] 満原他 :2012 年秋季応用物理学会 11a-J-9.
- [4] A. Kikuchi *et al.*, Appl. Phys. Lett., **60**, 1046 (1992).

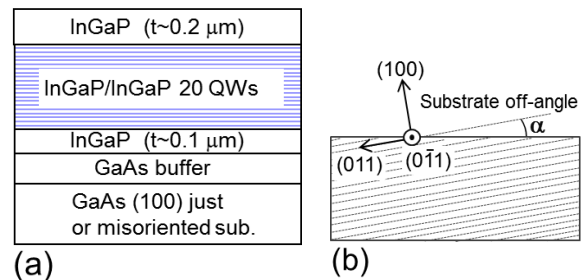


FIG. 1. Schematic cross section of the sample (a) and schematic diagram of the substrate off-angle (b).

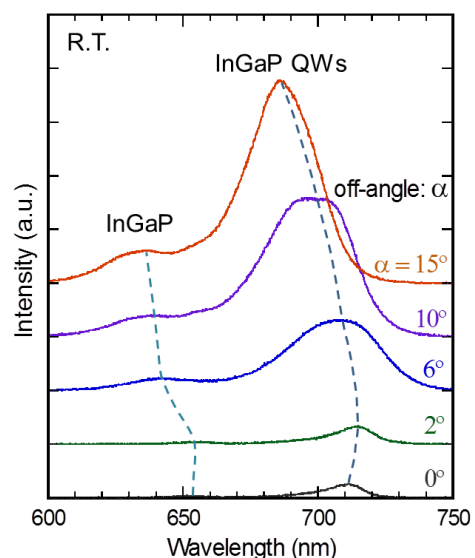


FIG. 2. PL spectra of the samples grown on GaAs (100) substrates with off-angles of 0°, 2°, 6°, 10°, and 15° towards (011).