19p-D3-7

GaAs 基板上に成長した歪 InGaP/InGaP MQW における面内の構造的異方性

In-plane structural anisotropy in strained InGaP/InGaP MQWs grown on GaAs

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[2]

NTT Photonics Labs., NTT Corporation[1], Grad. School of Eng., Osaka City Univ.[2]
○M. Mitsuhara[1], N. Watanabe[1], H. Yokoyama[1], and N. Shigekawa[2]

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

【はじめに】 Si をボトムセルとするタンデム型太陽電池のトップ・ミドルセルとして、我々はヒ素フリーの歪 InGaP/InGaP MQW を含む構造を提案し、所望のバンドギャップが得られることを報告した[1]。この際、MQW における井戸層の圧縮歪が比較的小さいにも関わらず、顕著な格子緩和が見られており、その抑制には成長温度の低減が有効であった。今回、透過電子顕微鏡（TEM）による断面観察と X 線回折の逆格子空間マッピング（RSM）測定を行い、この格子緩和に関する知見が得られたので報告する。

【実験】試料は、MOMBE を用いて GaAs (001) 基板上に 510~530℃ で成長した。試料構造は、上下を InGaP（膜厚~100 nm）で挟んだ歪 InGaP/InGaP MQW（井戸数 : 6）であり、障壁層に引張歪を加えることで歪補償構造とした。井戸層は、成長温度が 510℃ の場合で格子歪 +1.35%、膜厚 7.4 nm である。

【結果】Fig.1 (a), (b)は、それぞれ 530℃ と 510℃ で成長した試料の断面 TEM 像を示している。いずれの試料でも(110)方向に沿って面内で井戸層と障壁層の膜厚がほぼ周期的に変動しており、具体的には障壁層が厚く（薄く）なるとその上の井戸層は薄く（厚く）なった 3 次元的な構造が見られた。この膜厚の変動は、成長温度が高い 530℃ の試料で特に顕著であり、この試料の一部には結晶欠陥が見られた。この成長温度が 530℃ の試料の室温 PL 発光強度は、510℃ の試料に対して著しく低下した。Fig. 2 (a), (b)は、成長温度が 530℃ の試料について、X 線の入射方向を膜厚の変動が見られた(110)方向とこれと垂直な$(1\bar{1}0)$方向に取り、それぞれ(224) 非対称反射を用いて測定した RSM の結果を示したものである。各図で中心が GaAs のピークであり、これ以外のピークが MQW のサテライトピークである。X 線の入射方向を$(1\bar{1}0)$ [Fig. 2 (b)]から(110) [Fig. 2 (a)]に変えた場合、GaAs のピークでは Q_x の拡がりにほとんど変化が見られないのに対し、サテライトピークでは Q_x の拡がりが増加した。これは、MQW の面内で$(1\bar{1}0)$方向に対して(110)方向では格子間隔が均一ではないことを示している。一方、成長温度が 510℃ の試料では、X 線の入射方向を変えても RSM の変化は小さかった。以上の結果より、歪 InGaP/InGaP MQW では面内に構造的異方性が存在し、この発生を抑制することが格子緩和を抑制する上で重要と考えられる。

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 年春季第 59 回応物学会 18p-C1-5.

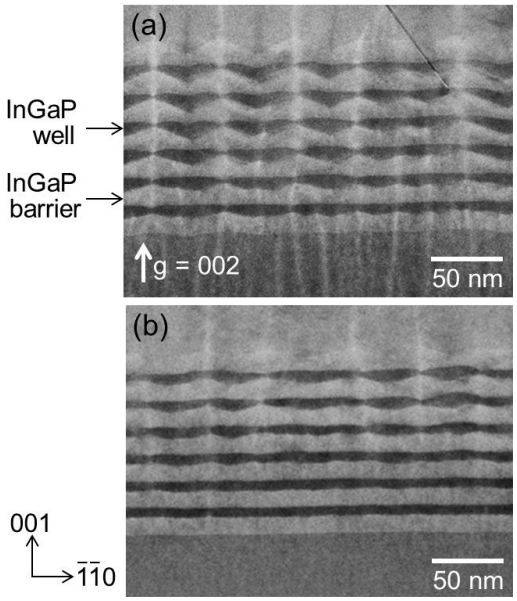

FIG. 1. $(\bar{1}10)$ cross-sectional TEM images of InGaP MQWs grown at (a) 530℃ and (b) 510℃.

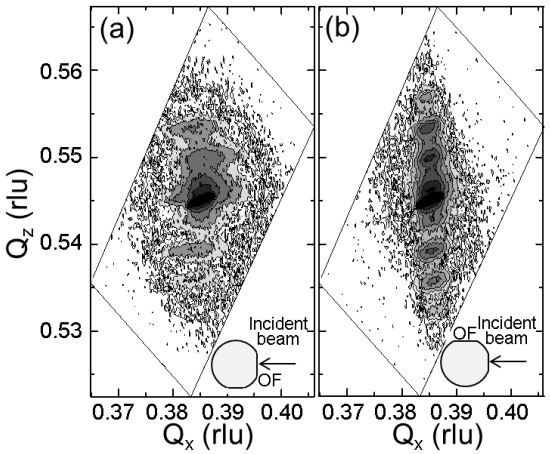

FIG. 2. Asymmetric (224) RSMs of an InGaP MQW grown at 530℃. In (a), the incident beam is along the (110) and in (b) it is along the $(1\bar{1}0)$.

© 2013 年　応用物理学会