

逆格子マッピング法を用いた InGaAs/GaAs 薄膜における 成長初期の転位形成過程の In 組成依存性評価

In composition dependence of dislocation formation processes of initial growth in InGaAs/GaAs thin film using reciprocal space mapping

宮崎大学 °高比良 潤、邢 林、鈴木 秀俊、前田 幸治、碓 哲雄

Miyazaki Univ. °Jun Takahira, Rin Kei, Hidetoshi Suzuki, Kouji Maeda, Tetsuo Ikari

E-mail: tc13016@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに 次世代の超高効率太陽電池として、格子不整合系 III-V 族多接合太陽電池が注目されている。しかし、格子不整合に起因した歪みを緩和させるためにミスフィット転位が発生し、その一部が貫通転位として太陽電池層に残留する事が変換効率を下げる要因となっている。これまでに、歪み緩和過程初期のミスフィット転位の形成が、最終的な結晶性に大きく影響する事を見いだしている¹⁾。そのため、転位形成初期の転位密度変化や転位による歪みの変化(結晶軸の傾き)を理解することが重要である。

これまでに我々は、格子不整合系 InGaAs/GaAs(001)における転位形成の初期過程を X 線逆格子マッピング法により評価を試みてきた²⁾。逆格子マッピング測定の例を Fig. 1 に示す。 q_z は成長方向([001])、 q_x は基板の面内で転位線に垂直な方向([110])を表している。中心は InGaAs の 004 ブラッグ回折であり、InGaAs 膜の厚さに起因して成長方向に強度が広がっている。また、ブラッグ回折の q_x 方向に 2 つのサテライトピークが観察される。これは、ミスフィット転位に起因し、面積強度は転位密度、ピーク間の距離は転位による結晶軸の傾き角に対応している。これまでは In 組成を固定した InGaAs 薄膜の膜厚依存性を中心にこれらの変化を明らかにしてきたが、In 組成依存性は不明である。

そこで本研究では、分子線エピタキシー(MBE)法で作製した In 組成の異なる InGaAs/GaAs に関して、逆格子マッピング測定を用いて転位密度および結晶軸の傾きを測定し、In 組成依存性を明らかにする事を目的とした。

2. 実験方法 試料は MBE 法で成長させた InGaAs/GaAs(001)の、In 組成 4~13%、膜厚が 40~400 nm のものを用いた。高分解能 X 線回折装置を用い、InGaAs の 004 逆格子点を中心に逆格子マップ測定を行った。サテライトピークの強度およびピーク間距離を評価するため、InGaAs 004 ブラッグピークを中心に q_x 方向に強度プロファイルを取り、ガウス関数を用いてピークフィットを行った。

3. 結果と考察 全ての組成の場合で、膜厚の増加に伴い面積強度は増加した。これは、今回評価した In 組成においては、成長に伴い転位密度が増加する膜厚領域である事を示している。

サテライトピーク間距離の、膜厚および In 組成による変化を Fig.2 に示す。全ての組成の場合で、膜厚の増加に伴いピーク間距離は減少した。つまり、転位による結晶軸の傾きが減少する事を示している。また、結晶軸の傾きは In 組成にあまり依存せず一つの曲線上に乗る傾向が見いだされた。つまり、結晶軸の傾きは In 組成よりも膜厚に強い依存性が有る事が示された。

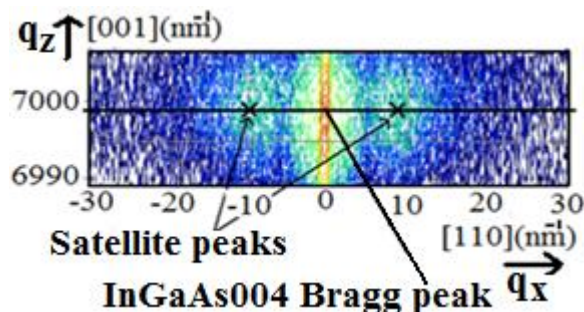


Fig. 1 A typical reciprocal space map around InGaAs 004 in InGaAs/GaAs(001). The In content and thickness of InGaAs film were 9% and 68 nm, respectively.

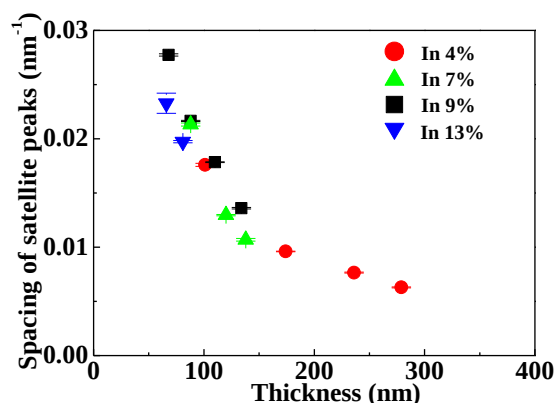


Fig. 2 Spacing of the satellite peaks around InGaAs 004 as a function of film thickness.

参考文献

- [1] H. Suzuki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, (2010) 041906.
- [2] H. Suzuki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, (2014) 018001.