

その場 X 線逆格子マッピングによる InGaAs/GaAs の結晶構造解析と 太陽電池応用に関する研究

Analysis of crystal structures in InGaAs/GaAs by in situ X-ray reciprocal space mapping and its solar cell application

大下 祥雄¹⁾ 鈴木 秀俊²⁾ 佐々木 拓生¹⁾ 高橋 正光³⁾

Yoshio OHSHTA¹⁾, Hidetoshi SUZUKI²⁾, Takuo SASAKI¹⁾, Masamitsu TAKAHASHI³⁾

¹⁾豊田工業大学 ²⁾宮崎大学IRO ³⁾原子力機構

(概要)

GaAs(001)上へのIn_xGa_{1-x}Asエピタキシャル成長におけるIn偏析による膜中のIn組成変化を、MBE結晶成長中リアルタイムX線回折により観察を行った。本手法により成長方向の詳細なIn濃度変化評価が可能となり、偏析メカニズムの解明に有効である事が示唆された。

キーワード : InGaAs/GaAs、表面偏析、その場X線回折

1. 目的

GaAs(001)上へのIn_xGa_{1-x}Asエピタキシャル薄膜作製技術は、太陽電池等の受光デバイス、LED等の発光デバイスに広く用いられている。InとGaの組成比は一般に原料の流量比で制御されるが、結晶成長中のIn原子の表面偏析による界面近傍における組成変化が指摘されている[1]。本報告では、結晶成長中のリアルタイムX線回折により、表面だけでなく薄膜全体のIn濃度変化からIn偏析の様子を評価する事を目的とした。

2. 方法

結晶成長及び X 線回折測定は SPring-8BL11XU の MBE-XRD 装置を用いて行った[2]。GaAs(001)基板に、基板温度 470oC、成長速度 0.1ML/s で InGaAs を成長した。全 III 族 flux 中における In 原料 flux 比は 0.122 であった。結晶成長中に検出器とサンプル位置を変化させる事により 004 逆格子点近傍の回折強度を得た。偏析係数 R を用いて[3]成長方向の In 濃度の変化を連続的に表現し、回折強度を計算し実験結果との比較をおこなった。ここで、InGaAs 層は In 濃度に関わらずコヒーレントに成長していると仮定した。

3. 結果及び考察

InGaAs/GaAs(001)成長途中に得た InGaAs004 逆格子点近傍の[001]方向に沿った典型的な回折強度プロファイルを図 1 に示す。膜厚に対応したフリンジピークが観察されるが、高指数側のフリンジピーク強度が強いのが特徴的である。前述の手法による計算結果は、フリンジピークの強度比およびメインピークの裾の形状を良く再現している(図 1 赤線)。偏析係数 R を用いてメインピーク位置の膜厚依存性を計算した結果と、実際のメインピーク位置の膜厚変化を図 2 に示す。計算結果は膜厚増加に伴うピーク位置の減少を定性的には再現するが、特に 40ML 以下の誤差が大きい。これは、偏析係数 R を一定とし、最表面と第 2 層での偏析のみを考慮した為だと考えられる。以上は、X 線回折によるリアルタイム測定が、成長方向の詳細な In 濃度変化評価を可能にし、偏析メカニズムの解明に有効である事を示唆している。

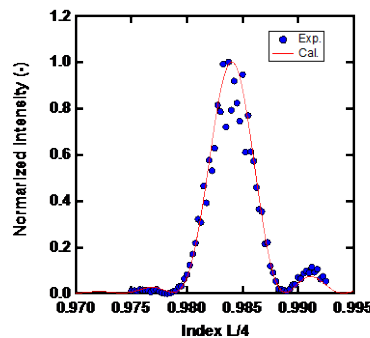


Fig. 1. Experimental and calculated XRD patterns of InGaAs/GaAs(001).

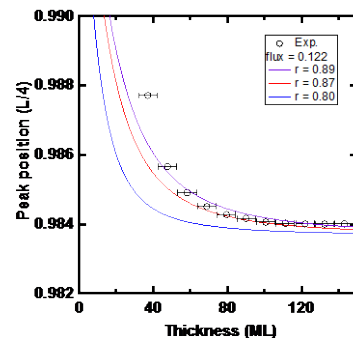


Fig. 2. Experimental and calculated peak positions of InGaAs 004 as a function of film thickness.

4. 引用(参照)文献等

[1] J. M. Moison, et al.: Phys. Rev. B 40 (1989) 6149. [2] M. Takahasi, et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 41 (2002) 6247. [3] K. Muraki, et al.: Appl Phys. Lett. 61 (1992) 557.