

X 線回折による $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ エピタキシャル膜内組成の深さ分布の推定

Depth profile of Sn composition in $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ epitaxial layer estimated by x-ray diffraction

○広沢一郎¹, 須田耕平², 澤本直美², 町田英明³, 石川真人³, 須藤弘³, 大下祥雄⁴, 小椋厚志²
高輝度光科学研究セ¹, 明治大², 気相成長(株)³, 豊田工大⁴

I. Hirosawa¹, K. Suda², N. Sawamoto², H. Machida³, M. Ishikawa³, H. Sudoh³,
Y. Ohshita⁴, and A. Ogura²

¹JASRI, ²Meiji Univ., ³Gas-phase Growth Ltd., ⁴Toyota Tech. Inst.,

E-mail: hirosawa@spring8.or.jp

はじめに

基板上にエピタキシャル成長した混晶膜組成深さ分布の定量評価法としての X 線回折の有用性を $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 膜で検討した結果を報告する。

実験および結果

試料は $\text{Ge}(001)$ 基板に MOCVD で製膜した Sb ドープ $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 膜とし、SPring-8 の BL19B2 に設置された多軸回折装置によりエネルギー 10 keV の X 線を用いて 004 回折近傍の散乱角 45.00° から 51.88° の範囲の X 線回折プロファイルを測定した。エピタキシャル膜組成の深さ分布は、膜全体を 7 層に分割し、計算値が測定データを再現するように最適化した格子面間隔から Vegards 則[1]より導出した。計算ではエピタキシャル膜の散乱、基板界面からの crystal truncation rod[2]、及びエピタキシャル膜の表面側界面と基板側界面の roughness を考慮した。

Fig. 1 は最適化された格子定数分布を有する膜とそれらの平均値を格子定数とする均一な膜から計算された X 線散乱プロファイルと測定データの比較である。測定された X 線散乱プロファイルは格子定数が均一な膜 (青破線) では十分に説明することができず、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 膜内に格子定数分布があることがわかる。

Fig. 2 は最適化より得られた格子定数から導出した Sn 濃度分布で、膜表面付近に近い部分の Sn 濃度が特に高いことを示している。この結果は SIMS 測定より得られた Sn 濃度分布と定性的に一致していることから、X 線回折測定からもエピタキシャル膜内組成の深さ分布の定量的な推定が可能であることを示すものと考えられる。

謝辞

本実験は課題番号 2016A1529、基盤研究(B) 24360125 に基づいて実施した。

[1] A. Alexander et al., Appl. Phys. Lett. 103, 032106 (2013).

[2] I. K. Robinson, Phys. Rev. B33, 3830 (1986).

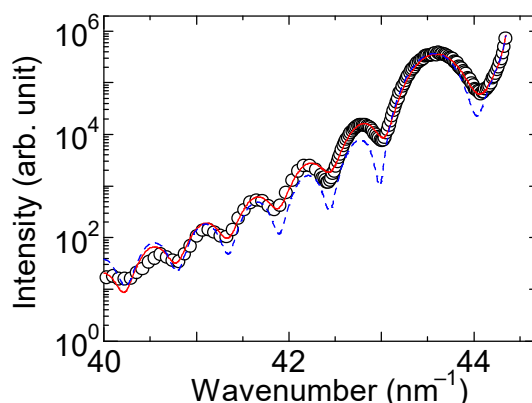


Fig.1 Calculated and observed X-ray diffraction profiles of $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x/\text{Ge}(001)$. Observed data are shown by open circles. Red (solid) and blue (dotted) curves are calculated profiles using optimized lattice parameters and uniform ones.

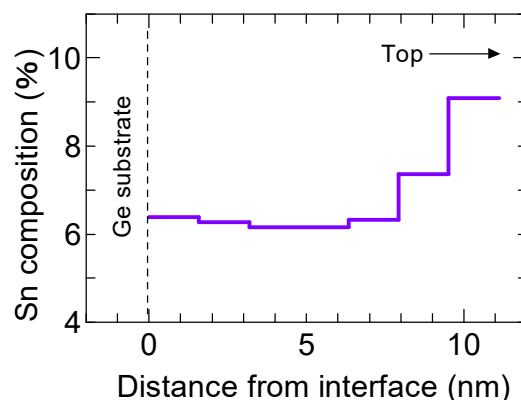


Fig.2 Estimated depth profile of Sn composition.