

原子層エピタキシー法により成長温度及び原料供給時間を変化させて作製した
GaAsN 薄膜の X 線回折及びラマン分光法による結晶性の評価
Crystalline evaluation of X-ray diffraction and Raman spectroscopy for GaAsN films
varied growth temperature and supplied time of raw material and grown by atomic
layer epitaxy

○橋本 英明¹、前田 幸治¹、横山 祐貴¹、堀切 将¹、鈴木 秀俊¹ (1. 宮崎大工)

○H. Hashimoto¹, K. Maeda¹, Y. Yokoyama¹, M. Horikiri¹, H. Suzuki¹ (1.Miyazaki Univ.)

E-mail: hc11062@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに

III-V-N 型混晶半導体である GaAsN は、GaAs 基板に格子整合した長波長の光デバイスの作製が可能であり、半導体レーザや格子整合系多接合太陽電池などの応用が期待されている。しかし GaAs 中に N を添加することは、N の強い非混和性による N の不均一分布から、結晶構造の乱れが懸念されている。このため、高品質な GaAsN 作製には、成長条件の検討が重要である。本研究では、セルフリミティング機構(SLM)により成長表面を原子層レベルで制御しながら結晶成長が可能であることから、高品質な結晶成長が期待される原子層エピタキシー(Atomic Layer Epitaxy : ALE)法により作製した GaAsN 薄膜を、X 線回折(XRD)法とラマン分光法により評価を行った。この報告では、成長温度および Ga と As 原料ガスの供給時間が、薄膜の結晶性に与える影響を調べることを目的とした。

2. 実験

試料は半絶縁性 GaAs(001)基板上に GaAsN 薄膜を ALE 法により成長させたものを用いた。成長温度及び原料供給時間の影響を調べるため、成長温度を 480、500、520 °C と変化させ、Ga と As の原料供給時間を 3、4、6 秒と 5、8、10 秒でそれぞれ変化させた。XRD 測定は、 $2\theta/\omega$ 測定で CuK α 線(波長 0.154 nm)を用いた。ラマン測定は励起光源として He-Cd レーザ(波長 422 nm)を用いた。ラマン測定によって得られたスペクトルは、 270 cm^{-1} 付近の TO モードと 290 cm^{-1} 付近の LO モードの二つのピークにローレンツ関数を用いて分離した。GaAs(001)面では禁制となり出現しないはずの TO モードが観測された。これを面方位や結晶構造の乱れを表す指標として TO と LO ピークの面積比を結晶性の評価に用いた。

3. 結果と考察

XRD 測定によって得られたスペクトルから、すべての試料でフリンジピークが観測できたため、結晶表面が平坦であることがわかったが、成長温度 480 °C で Ga 原料供給時間 3、4 秒の二つと、As 原料供給時間 5 秒の三つの試料は予想された膜厚よりも薄く、SLM が働かずに成長していた。

Fig.1 に As 原料供給時間を変化させた試料の TO/LO 面積比と成長温度の関係を示す。これより、As 原料供給時間 8、10 秒では成長温度の減少に伴い、TO/LO 面積比が減少し、結晶性が良くなった。As 原料供給時間 5 秒では成長温度によらず結晶性が良かった。次に、Ga 原料供給時間を変化させた試料では、同様に成長温度が低いほど結晶性が良くなり、その傾向は、Ga 原料供給時間が長いほど大きくなった。これは、成長温度が低いと、表面原子の脱離量が減少し、欠陥が少なくなったためだと考えられる。

成長条件の違いを、XRD 測定とラマン測定によって評価することにより、より厳密に結晶性のよい成長条件を決めることができた。

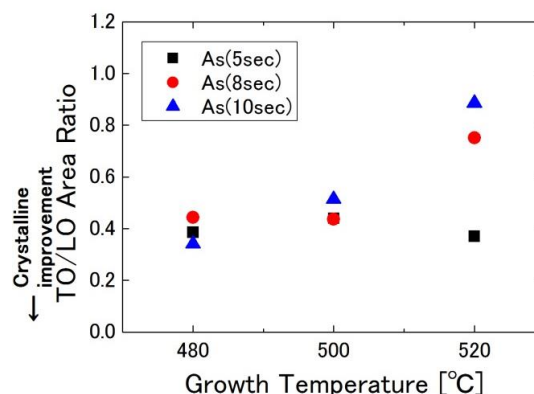


Fig.1. Growth temperature dependence of the TO/LO area ratio for GaAsN films.