

(001)GaAs 基板上的 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 薄膜の構造評価(1)
熱処理した低温成長 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 薄膜中の欠陥の TEM 評価
Structural evaluation of $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ thin film on (001)GaAs substrate (1)
TEM evaluation of defects in annealed LTG- $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ thin film

明治大¹, 金沢工大², 広島大³, 愛媛大⁴, 北海道大⁵ ○上田 修¹, 池永 訓昭²,
堀田 行紘³, 高垣 佑斗³, 西山 文隆³, 行宗 詳規⁴, 石川 史太郎⁵, 富永 依里子³

Meiji Univ.¹, Kanazawa Inst. Tech.², Hiroshima Univ.³, Ehime Univ.⁴, Hokkaido Univ.⁵ ○O. Ueda¹,
N. Ikenaga², Y. Horita³, Y. Takagaki³, F. Nishiyama², M. Yukimune⁴, F. Ishikawa⁵, Y. Tominaga³

E-mail: nanotec4@meiji.ac.jp

【はじめに】低温成長 (Low-temperature-grown: LTG) $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 混晶半導体は、成長時には、 As_{Ga} や V_{Ga} といった点欠陥を意図的に導入でき、また、熱処理により結晶中に As 析出物が形成され、短キャリア寿命・高抵抗・高移動度の3つの物性が期待される[1]。そのため、熱処理した LTG- $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ はテラヘルツ (THz) 波の発生・検出に用いられる 1.5 mm 帯の光伝導アンテナ (PCA) における受送信素子の材料として挙げられる[2]。熱処理した LTG- $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 結晶中の欠陥に関しては、Wu らの詳細な報告がある[3]。我々は次の講演で報告する非晶質 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 薄膜の固相成長により得られる $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 中の欠陥挙動と既報との比較のため、既報にやや近い条件で熱処理した LTG- $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 薄膜を作製したところ、既報とやや異なる欠陥挙動を見出したので報告する[4]。

【実験方法】実験に用いた試料は、(001) GaAs 基板上に 250℃で MBE 成長した $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 薄膜 ($x=0.031$) およびそれを 600℃, 20 min 熱処理したものである。また、TEM 用薄膜は FIB 加工により行い、TEM 評価は、分析電顕 JEOL JEM-2100F を用いて行った。

【結果と考察】既報[3]の概略: (a) 実験条件: 成長温度 220℃、 $x=0.015, 0.047$ 、熱処理温度 600-800℃、熱処理時間 1 min; (b) 欠陥評価結果: As 析出物、Bi-rich GaAsBi 析出物、および Bi 析出物が均一に分布。 $x=0.047$ では Bi 析出物のみ形成。Bi 析出物の形状は図 2 のいずれかのタイプのみ形成。今回の試料の TEM 評価結果: (1) As-grown 薄膜: 特に析出物は観察されなかった。(2) 熱処理後の薄膜 (図 1 の断面 STEM 像を参照): i) As 析出物 (直径 5 nm 程度) が epi/sub 界面にのみ形成されている。ii) 一方、Bi-rich GaAsBi 析出物および Bi 析出物は、薄膜中に概ね均一に分布しているが、Bi 析出物は、上層部および下層部では各々タイプ A および B のみ形成されていることが判明した。今回の各析出物に関する評価結果と既報との相違に関して、欠陥の形成機構の観点で議論する。

【参考文献】[1] Y. Tominaga et al., Appl. Phys. Express 15, 045504 (2022); [2] A. Arlauskas et al., Appl. Phys. Express 5, 022601 (2012); [3] M. Wu et al., Nanotechnology 25, 205605 (2014); [4] O. Ueda et al., J. Cryst. Growth 601, 126945 (2023).

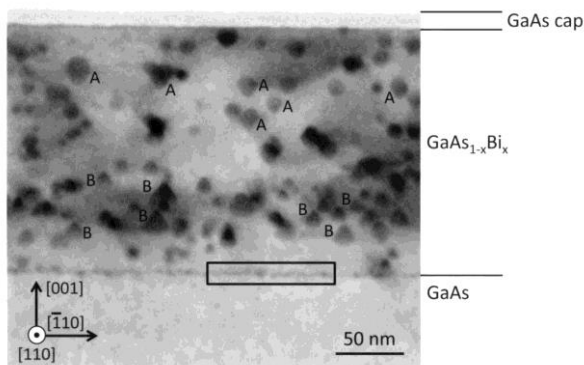


Fig. 1 A (110) cross-sectional STEM image of defects in LTG- $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ after annealing.

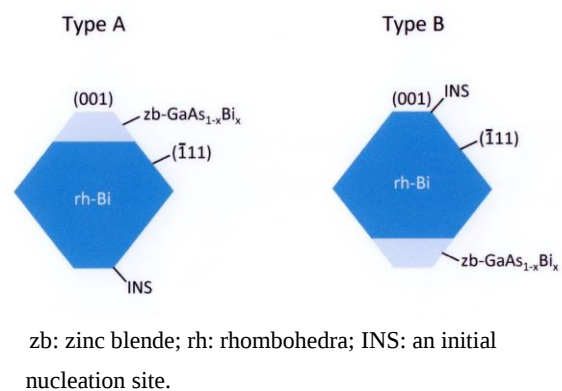


Fig. 2 A schematic of the two types of rh-Bi precipitates viewed in the [110] direction.