

ガラス上における非晶質 GaAs 薄膜の固相成長

Solid-Phase Crystallization of Amorphous GaAs Thin Film on Glass

筑波大院 °斎藤聖也, 西田竹志, 茂藤健太, 末益崇, 都甲薫

Univ. of Tsukuba, °Masaya Saito, Takeshi Nishida, Kenta Moto, Takashi Suemasu, and Kaoru Toko

E-mail: saimasa.tkb@gmail.com

【はじめに】 III-V族化合物半導体 (GaAs 等) は太陽電池や発光素子に用いられているほか、次世代の高キャリア移動度材料としても期待されている。しかし、基板コストの高さから応用が限られる。そこで、Si 酸化膜やガラス等の絶縁体上に GaAs 薄膜を合成する研究が行われてきた。しかし、これまで得られてきた多結晶 GaAs 薄膜は、非常に小粒径であり、特性は劣悪であった。最近我々は Ge の固相成長において、前駆体となる非晶質膜を高密度に堆積することで、多結晶 Ge が劇的に大粒径化する現象を発見し、最高のキャリア移動度 (正孔: $620 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、電子: $340 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) を実現した[1,2]。今回、本手法を GaAs に応用し、GaAs 薄膜の大粒径化に向けた非晶質薄膜の堆積条件を検討した。

【実験方法】 分子線堆積法を用いて、石英ガラス基板上に、Ga と As を同時堆積した。この時、Ga クルーセンセル(K セル)温度を 925°C に固定し、As K セル温度 T_{As} を 220°C から 235°C の範囲で変調することで、GaAs の組成比を制御した。GaAs の組成比は、EDX 測定により同定した。その後、 N_2 雰囲気中で熱処理 (400°C , 25 h) を施し、固相成長を誘起した。ラマン分光法により、固相成長前後の試料の結晶性を評価した。また、EBSD 法により、固相成長後の試料の結晶粒径と配向性を評価した。

【結果・考察】 Fig. 1(a)より、 T_{As} によって GaAs の組成比を制御可能であり、 $T_{\text{As}} = 230^\circ\text{C}$ において、化学量論組成 (Ga/As = 1) に近い値 (0.98) が得られた。Fig. 1(b)より、Ga/As = 0.78 および Ga/As = 0.98 の試料では、非晶質 GaAs に起因するブロードなピーク (255 cm^{-1} 付近) が観測された。一方、Ga/As = 1.19 および Ga/As = 2.01 の試料では、非晶質 GaAs のピークに加えて、結晶 GaAs の TO フォノンに起因するピーク (270 cm^{-1} 付近) と LO フォノンに起因するピーク (290 cm^{-1} 付近) も観測された。すなわち、Ga リッチの試料では、堆積時に GaAs が一部結晶化することが判る。Fig. 2(a)より、全ての熱処理後の試料において結晶 GaAs に起因するピークが観測され、GaAs の結晶化が確認された。また、Ga/As = 0.78 の試料では、As クラスタに起因するピーク (200 cm^{-1} 付近および 255 cm^{-1} 付近) が観測され、過剰な As の析出が示唆される。Fig. 2(b)-(e)より、Ga/As = 0.98 の試料において粒径約 $0.2 \mu\text{m}$ の (111) 配向粒が観察された一方、その他の試料では粒径は EBSD の分解能以下であった。以上の結果は、前駆体の組成が固相成長 GaAs の結晶性に顕著な影響を与えることを示唆している。現在、組成を制御した上で、前駆体の加熱堆積 (膜密度) が固相成長 GaAs の結晶性に与える影響について検討中である。

[1] T. Imajo *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 015508 (2019).

[2] M. Saito *et al.*, Sci. Rep. **9**, 16558 (2019).

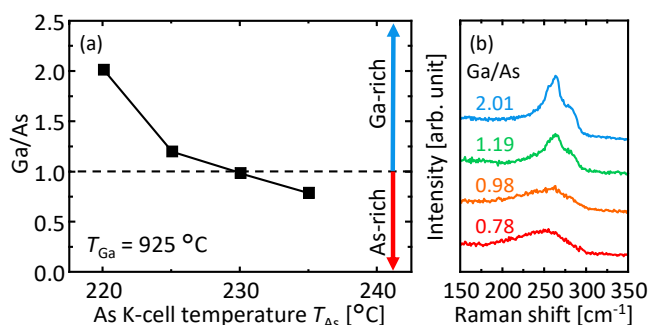


Fig. 1. Crystallinity of as-deposited GaAs.

(a) T_{As} dependence of Ga/As. (b) Raman spectra for each Ga/As.

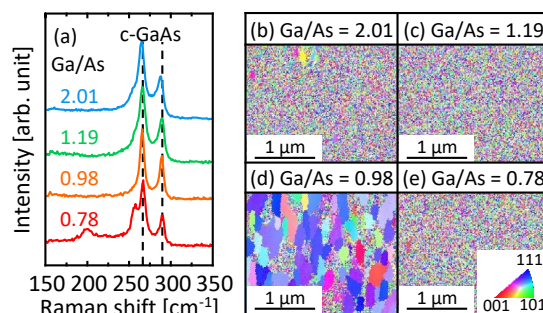


Fig. 2. Crystallinity of GaAs after annealing at 400°C .

(a) Raman spectra for each Ga/As. (b)-(e) IPF images for each Ga/As.