

GaAs 基板上における $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜の結晶成長 Crystal growth of $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ thin films on GaAs substrates

○藤本一彰¹, 黒澤昌志¹, 中塚理^{1,2}

(1. 名大院工, 2. 名大未来研)

○Kazuaki Fujimoto¹, Masashi Kurosawa¹, and Osamu Nakatsuka^{1,2}

(1. Grad. Sch. of Eng., Nagoya Univ., 2. IMASS, Nagoya Univ.,)

E-mail: kurosawa@nagoya-u.jp

[はじめに] シリコンスズ ($\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$) は、Sn 原子導入による熱伝導率の大幅低減 (Si の約 1/30@Sn 組成 10%) [1] が理論予測されており、熱電変換材料への応用が期待されている。Si 中の Sn 固溶限は 0.1% と極めて低いが、我々は分子線エピタキシー (MBE) 法を用いることで、Si 基板に格子整合した $\text{Si}_{0.94}\text{Sn}_{0.06}$ 薄膜のエピタキシャル成長に成功している [2]。更なる高 Sn 組成化には、固相エピタキシー法 [3] と同様、Si よりも大きな格子定数を有する基板を用いることが望ましいと考えた。今回、Sn 組成 21% の $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ と格子整合する GaAs 基板上における MBE 成長を検討したので報告する。

[実験方法および結果] GaAs(001) 基板上に $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜 (設計 Sn 組成: 15~21%、膜厚: 50 nm、基板温度: 100~250°C) を MBE 法により堆積した。設計 Sn 組成 21% の試料の X 線回折 2θ - ω スキャンの結果を Fig. 1 に示す。堆積温度 250、200 および 150 °C の試料では、68~70° 付近に SiSn 004 ピークが観測された。SiSn 004 ピークは堆積温度低下に伴い、GaAs004 ピーク (66.05°) に近づくことがわかる。これは、面直格子定数の増大、すなわち格子置換位置 Sn 組成の増大を示唆する結果である。一方、堆積温度 100 °C の試料では、回折ピークが得られなかった。顕微ラマン分光測定においても結晶化は確認できなかったため、非晶質膜であると思われる。

エピタキシャル成長した各試料について、格子置換位置 Sn 組成を顕微ラマン分光法により概算した。堆積温度依存性として纏めた結果を Fig. 2 に示す。Si 基板上 $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜 [3] と同様、GaAs 基板上 $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜においても、堆積温度低下に伴う格子置換位置 Sn 組成の増加が見られた。しかしながら、両者に大きな違いは見られなかった。当日の講演では、この原因を考察するとともに、MBE 法による格子置換位置 Sn 組成増大の方策を議論する予定である。

[謝辞] 本研究の一部は、JSPS 科研費 (20H05188, 21H01366)、JST-CREST (JPMJCR19Q5) により行われました。

[参考文献] [1] S. N. Khatami and Z. Aksamiji, *Physical Review Applied* **6**, 014015 (2016). [2] 丹下ら, 電子デバイス界面テクノロジー研究会 (2020). [3] M. Kurosawa *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **111**, 192106 (2017).

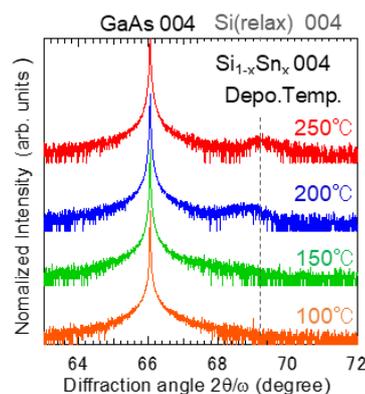


Fig. 1 Diffraction patterns for the $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ layers grown at different temperatures of 100~250 °C.

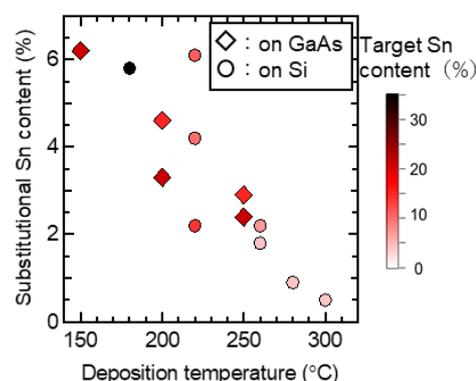


Fig. 2 Estimated substitutional Sn contents in the various $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ layers as a function of deposition temperature.