

SiH₄、GeH₄ と F₂ を用いた反応性 CVD 法による単結晶 SiGe 薄膜の成長と ヘテロ接合太陽電池応用

Epitaxial Growth of Mono-Crystalline SiGe Films by Reactive CVD

Using SiH₄, GeH₄, and F₂ and Their Heterojunction Solar Cells

福島大¹, 産総研², コーニング HD ジャパン³ °野毛 宏^{1,2}, 金子 哲也^{1,2}, 近藤 道雄², 岡田 明³
Fukushima Univ.¹, AIST², Corning Holding Japan³ °H. Noge^{1,2}, T. Kaneko^{1,2}, M. Kondo², A. Okada³

E-mail: noge.hiroshi@aist.go.jp

【はじめに】単結晶 SiGe は Si に比べて光吸収係数が大きく、吸収波長域が長波長側に伸びるため、特に多接合型太陽電池のボトムセルとして応用が期待される[1]。我々は、SiH₄ と F₂ との気相反応を利用した反応性 (熱) CVD 法[2]において GeH₄ を加えることで、単結晶 SiGe 薄膜の低温高速エピタキシャル成長に成功した[3]。今回は、その SiGe 薄膜にアモルファス Si(a-Si:H)を積層することでヘテロ接合型の太陽電池を作製し、その特性を評価した。

【実験】温度600°C~400°Cに加熱した単結晶(100)SiまたはGe基板上でSiH₄、GeH₄とF₂ガスを反応させ、厚さ1.2~5.2μm、Ge組成(x)が0~1のアンドープ単結晶Si_{1-x}Ge_x膜を成長した。また、一部の試料では転位密度低減のため、厚さ1~1.5μmの組成傾斜等バッファ層を挿入した。ここで、それぞれのガス流量は順に20~10sccm、0~3.5sccm、10sccmとし、希釈用のAr流量を約180sccm、反応室内圧力を約0.8Torrとした。太陽電池の作製は、PECVD 法でi 型a-Si:H層、n+型a-Si:H 層を順次堆積し、表面および裏面電極にはITO/AgとAl を用いた。

【結果】SiGe 膜の組成は GeH₄/SiH₄ 流量比に応じて変化し、堆積速度は 0.7~2.9nm/s であった。Si 膜中では高濃度の酸素および金属不純物が検出されたが、Ge および Ge 組成の大きい SiGe 膜中では、酸素は 10¹⁷cm⁻³ 以下、金属不純物はほぼ SIMS の検出限界以下であった。図 1 に、SiGe ヘテロ太陽電池の外部量子効率スペクトルを示す。Si_{0.5}Ge_{0.5} 膜では約 1200nm、Si_{0.2}Ge_{0.8} 膜では約 1450nm の波長まで応答が伸びていることがわかる。

【謝辞】本研究は、NEDO「革新的太陽光発電技術研究開発」委託研究を受けて実施された。ご助言、ご支援いただいた産総研およびコーニング社の関係各位に感謝いたします。

【参考文献】

- [1] 大島ほか、第 73 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 (2012 秋) 12p-F6-15.
[2] J. Hanna, *et al.*, J. Non-Cryst. Solids **114**, 172 (1989).
[3] H. Noge *et al.*, MRS Symp. Proc. **1426**, 331 (Cambridge University Press, New York, 2012).

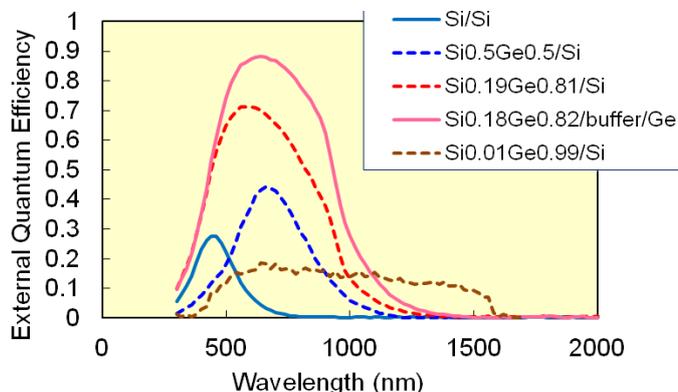


図 1. Si または Ge 基板上に成長した各種組成 SiGe ヘテロ接合太陽電池の外部量子効率スペクトル。