ポストアニールを施した As-doped BaSi2 膜の特性評価

Evaluation of post-annealed As-doped BaSi₂ films

筑波大¹,[°]青貫 翔¹,成田 隼翼¹,都甲 薫¹,末益 崇¹

Univ. Tsukuba¹, °Sho Aonuki¹, Shunsuke Narita¹, Kaoru Toko¹, Takashi Suemasu¹

Email: s2130091@s.tsukuba.ac.jp

【背景·目的】

太陽電池応用に向けて優れた特性を有する BaSi₂ に注目している^[1]。現在, BaSi₂ ホモ接合太陽電池への応用を目 指しており, 近年, np-BaSi₂ ホモ接合太陽電池において世界初動作に成功した。しかし, その変換効率は 0.28%と小 さい^[2]。そこで,本研究では新たに pn-BaSi₂ホモ接合太陽電池を提案する。本構造は BaSi₂ホモ接合と BaSi₂/Si ヘテ ロ接合のキャリア分離方向が一致している点で上記デバイス構造より有利である。本構造では高い光学特性を有する n型の光吸収層が必要となる。n型光吸収層の候補として高分光感度と基板温度による伝導型制御を達成している As-doped n-BaSi₂ に着目した^[3]。先行研究では, As-doped n-BaSi₂ 膜へ原子状水素を供給することで光学特性が向 上し^[4],第一原理計算を用いた考察により原子状水素の有効性を明らかにしてきた^[5]。本研究では, undoped BaSi₂膜 への有効性が報告されているポストアニール^[6]を As-doped n-BaSi₂ 膜に施すことで更なる分光感度向上を目指した。 【実験】

MBE 法により Cz-n-Si(111) 基板 (ρ < 0.01 Ωcm) 上に As-doped n-BaSi2を 500 nm エピタキシャル成長した。As の供

給源には放出される As の蒸気圧が単体 As よりも小さ いGaAsを用いた。MBE成長の際の基板温度を600 °C, GaAsのセル温度を300 °C に設定した。表面にはBaSi2 のパッシベーション膜である a-Si を *in-situ* で 3 nm 堆積 した。その後,アニール温度 T = 850 - 1000 °C に変調 し、2 分間のポストアニールを Ar 雰囲気下で行った。本 研究では,結晶性の評価に θ -2 θ XRD, ラマン分光法を 用いた。また, 電気特性はホール測定,光学特性は分 光感度測定, PL 測定により評価した。

【結果·考察】

Fig. 1 に各試料のラマンスペクトルを示す。アニール温度によらず, BaSi2中のSi四面体由来のピークが観測されたことから, 1000 °Cの高温ポストアニール後もBaSi2 膜が残存していることがわかる。また, BaSi2 の酸化によるピークは検出されなかったため, As-doped BaSi2 膜の酸化を抑制した高温ポストアニールに成功した。Fig. 2 に, AM1.5 の太陽光スペクトルに試料の量子効率をかけて積分することで算出した光電流密度および, PL スペクトルの積分強度におけるアニール温度依存性を示す。アニール温度の上昇に伴い光電流密度および PL スペクトルの積分強度が増加した。これは、バンドギャップ内の欠陥準位が減少したことによりPL 発光が高まり, 光電流密度増加に寄与したと考えられる。

【参考文献】

- T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D. Appl. Phys. 50, 023001 (2017).
- [2] K. Kodama et al., Appl. Phys. Express 12, 041005 (2019).
- [3] S. Aonuki et al., Jpn. J. Appl. Phys. 59, SFFA01 (2020).
- [4] S. Aonuki et al., Appl. Phys. Express 13, 051001 (2020).
- [5] S. Aonuki et al., Thin Solid Films 724, 138629 (2021).
- [6] Y. Haku et al., Appl. Phys. Express 14, 1 (2021).



Fig. 1 Raman spectra of As-doped BaSi₂ films after postannealing with different T of 850 - 1000 °C.



Fig. 2 *T* dependence of photocurrent density and area of PL spectrum of As-doped $BaSi_2$ films after postannealing with different *T* of 850 – 1000 °C. Photocurrent density was calculated from photoresponsivity measured under bias voltage of 0.5 V.