

ナノドット含有 Si 薄膜の熱電特性に与える熱処理の影響

Annealing effect on thermoelectric properties in Si films containing nanodots

阪大院基礎工¹, CREST-JST², 東北大³, 東京都市大⁴

○(D)坂根 駿也¹, 渡辺 健太郎^{1,2}, 藤田 武志^{2,3}, Md. Mahfuz Alam⁴, 澤野 憲太郎⁴,
中村 芳明^{1,2}

Osaka Univ.¹, CREST-JST², Tohoku Univ.³, Tokyo City Univ.⁴

○Shunya Sakane¹, Kentaro Watanabe^{1,2}, Takeshi Fujita^{2,3}, Md. Mahfuz Alam⁴,

Kentarou Sawano⁴, Yoshiaki Nakamura^{1,2}

E-mail: shunyasakane111@s.ee.es.osaka-u.ac.jp

【目的】我々は Si ナノドット (ND) を連結させた構造を用いて熱伝導率 κ の劇的な低減 (バルク単結晶 Si の 1/200) を示し[1]、また、エピタキシャル Ge ND を導入した Si 薄膜を形成することで、 κ の低減と同時に電気伝導率 σ 維持に成功した[2, 3]。また、ND に β -FeSi₂や ε -FeSi などを用いた Si 薄膜を形成し、歪効果やキャリア伝導機構が異なるために、ゼーベック係数 S が変化することを示した[4]。本研究では、本 Si 薄膜ナノ構造において、熱電性能向上の知見を得るために、熱処理を施して結晶性やナノ構造の変化を誘起し、その変化が熱電特性に与える影響を詳細に調べることを目的とした。

【実験方法】、Si 清浄表面を 600 °C、酸素分圧 2×10^{-4} Pa で 10 分間熱酸化を行うことで、厚さ 1 原子層の極薄 Si 酸化膜を形成した。その後、Si or Ge を 1 原子層だけ蒸着させることでナノ開口を形成した。その後、Si、Ge、或いは Fe と Si の蒸着[4, 5, 6]を行うことで、各々 Si ND、Ge ND、或いは β -FeSi₂ ND を作製した。その後、ND 上に Si 層、極薄 Si 酸化膜を形成し、このプロセスを繰り返すことで、3 種類の ND 含有 Si 薄膜を作製した。その後、イオン注入法によって P を薄膜中にドーピングし、活性化熱処理を 500-700 °C で行った。

【実験結果】反射電子 (BSE) 観察を行った結果、熱処理後の試料においても ND/Si の積層構造が保たれていることを確認した (Fig)。Raman 分光法により結晶構造と結晶性の評価を行った。また、熱電特性を評価した結果、 β -FeSi₂ ND 試料においては高温熱処理により S が増大することを見出した。こうした一連の結果から、構造変化と熱電特性の関係を議論し、発表する。

【謝辞】本研究の一部は、CREST-JST、基盤研究 A (16H02078)、基盤研究 B (25286026)、挑戦的萌芽研究 (15K13276)、及び特別研究員奨励費 (17J00622)の支援により行われた。

[1] Y. Nakamura, *et al.*, *Nano Energy* **12**, 845 (2015). [2] S. Yamasaka, *et al.*, *Sci. Rep.* **5**, 14490 (2015). [3] S. Yamasaka, *et al.*, *Sci. Rep.* **6**, 22838 (2016). [4] 坂根、他、第 64 回春期応物学会 15p-E206-8. [5] Y. Nakamura, *et al.*, *J. Appl. Phys.* **100**, 044313 (2006). [6] S. Sakane, *et al.*, *J. Vac. Sci. Technol. A* **35**, 041402 (2017).

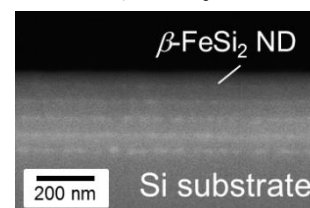


Fig. Cross-sectional BSE-image of Si films including β -FeSi₂ NDs