

BaSi₂ エピタキシャル薄膜への As イオン注入と高温アニール As Ion Implantation and High-Temperature Annealing of BaSi₂ Epitaxial Films

名大院工¹, JST-CREST², 筑波大院³

○原 康祐^{1,2}, 宇佐美 徳隆^{1,2}, 馬場 正和³, 都甲 薫³, 末益 崇^{2,3}

Nagoya Univ.¹, JST-CREST², Univ. of Tsukuba³

°K.O. Hara^{1,2}, N. Usami^{1,2}, M. Baba³, K. Toko³, T. Suemasu^{2,3}

E-mail: k-hara@numse.nagoya-u.ac.jp

【緒言】斜方晶 BaSi₂ は、1.3 eV のバンドギャップと高い光吸収係数を有する半導体であり、薄膜太陽電池の新規吸収層材料として注目されている。デバイス設計のためには不純物ドーピングについての知見が不可欠であり、これまでに 15 族元素では Sb と P について調査が行われ、ドナーであることが明らかになっている [1,2]。本研究では、同族の As について、BaSi₂ へのドーピングが電気的特性や構造に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】熱反応堆積及び分子線エピタキシー法により、高抵抗 p-Si(111)基板上に BaSi₂ エピタキシャル薄膜を作製した。これに、As⁺を 150 keV のエネルギーで注入し、電気的活性化のために 500 °C でアニールを行った。As⁺注入量は 1×10^{14} 、 1×10^{15} cm⁻² とした。試料の評価は、Hall 測定、走査型電子顕微鏡観察(SEM)、二次イオン質量分析(SIMS)により行った。

【結果と考察】Hall 測定により、活性化アニール後の電荷キャリアは電子であることが分かった。したがって、As 不純物は BaSi₂ 中においてドナーであると考えられる。図 1 に、電子面密度のアニール時間依存性を示す。いずれの注入条件でも、アニール時間とともに電子密度が増加した。しかし、 1×10^{15} cm⁻² 注入後に 1920 s アニールを行うと電子密度は注入量を超えるため、As による Si サイトの置換だけでは電子密度の増加を説明できない。また、注入量が 1×10^{14} cm⁻² のときの電子密度は 1×10^{15} cm⁻² のときより一桁以上小さいため、キャリア生成機構が As⁺注入量に依存する可能性がある。図 2 に、 1×10^{15} cm⁻² 注入後にアニールした試料の断面 SEM 像と SIMS プロファイルを示す。この図より、表面近傍に 100 nm 程度の O 濃度が高い変質層が存在することが分かる。これは、注入量が 1×10^{14} cm⁻² の試料では確認できなかった。以上より、As と O を含む化合物が表面近傍に生成し、キャリア生成に寄与した可能性が考えられる。

【謝辞】イオン注入は豊田工業大学・ナノテクノロジープラットフォーム、SIMS は東北大学・低炭素研究ネットワークの支援を受けた。

[1] M. Kobayashi, *et al.*, *APEX* **1** (2008) 051403. [2] K.O. Hara, *et al.*, *Thin Solid Films*, DOI: 10.1016/j.tsf.2013.08.038.

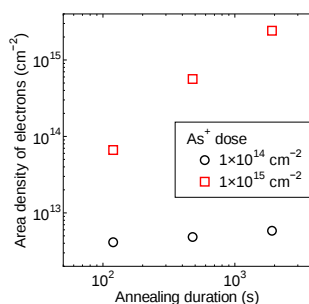


図 1 As⁺注入と活性化アニール後の電子密度。

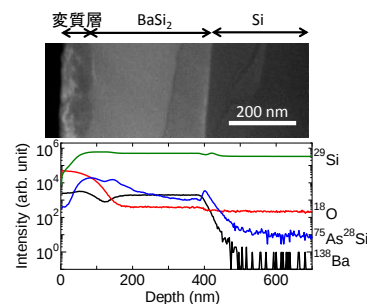


図 2 1×10^{15} cm⁻² 注入後に 1920 s アニールした試料の断面 SEM 画像と SIMS プロファイル。