

## Na 内包 II 型 Ge クラスレート膜の表面処理および物性評価

### Surface treatment and characterizations of Na doped type II clathrate films

○杉井 南斗<sup>1</sup>、萬條 宏行<sup>1</sup>、向井 哲也<sup>1</sup>、曾根 和詩<sup>1</sup>、大橋 史隆<sup>1</sup>、飯田 民夫<sup>2</sup>、久米 徹二<sup>1</sup>、  
ヒマンシュ シャカール ジャ<sup>1</sup>、野々村 修一<sup>1</sup>(1. 岐阜大学、2. 岐阜高専)

°Nanto Sugii<sup>1</sup>, Hiroyuki Manjo<sup>1</sup>, Tetsuya Mukai<sup>1</sup>, Kazushi Sone<sup>1</sup>, Fumitaka Ohashi<sup>1</sup>, Tamio Iida<sup>2</sup>,  
Tetsuji Kume<sup>1</sup>, Himanshu Shekhar Jha<sup>1</sup>, Shuichi Nonomura<sup>1</sup> (1.Gifu Univ., 2. NIT Gifu)

E-mail: r3024029@edu.gifu-u.ac.jp

Na 内包 II 型 Ge クラスレート( $\text{Na}_x\text{Ge}_{136}$ :  $x = 0 \sim 24$ )は、Ge 原子の籠構造が組み合わさって構成されている。籠内には Na 原子がゲストとして内包され、合成後の処理等により内包 Na 量を減少させることが可能であり、内包 Na の減少に伴い金属から半導体へと電子物性が変化する。ゲストを内包しないゲストフリーII型 Ge クラスレート( $\text{Ge}_{136}$ )はバンドギャップが 1.3eV の直接遷移型半導体であると理論計算により報告されていることから、高効率太陽電池用光吸収材料として期待できる[1]。これまでに我々は Ge 基板上や透明基板上における  $\text{Na}_x\text{Ge}_{136}$  膜の合成について報告した[2]。しかし、作製した膜の表面には Na の化合物である不純物が存在しており、電子物性評価およびデバイス化のためには、表面不純物除去技術の確立が必要不可欠である。本研究では表面不純物除去を目的として様々な表面処理を行うとともに、物性評価を行った。

$\text{Na}_x\text{Ge}_{136}$  膜の合成は 2 段階の熱処理により行った。まず Ge(111)基板および Na 小片を Ar 雰囲気中で加熱(400°C, 3h)し、前駆体である NaGe 膜を合成した。次に前駆体を真空において熱処理(300°C, 3h)を行い、 $\text{Na}_x\text{Ge}_{136}$  膜を合成した。合成後の処理としてエタノールもしくは超純水により洗浄した。試料の評価には走査型電子顕微鏡(SEM)、エネルギー分散型 X 線分析(EDX)等を用いた。

SEM による表面画像からエタノール洗浄では針状の物質が確認された。針状物質は EDX の評価から Na の酸化物であると考えられる。これらの針状の物質は、Ar イオンミリング(4 kV)により除去可能であった。一方、超純水による洗浄では針状不純物は確認されなかった。また、EDX による評価から、洗浄により酸素 (O) 組成比の減少が認められた。これらの結果から、試料表面には、O と Na (または Ge) との化合物が不純物として存在し、これは水によって溶解することが伺える。

参考文献 [1] K. Moriguchi *et al.*, PRB, 62 (2000) 7138.

[2] 萬條他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋, 15p-2R-3

謝辞 本研究は先端的低炭素化技術開発(JST-ALCA)プロジェクトの一環として行われました。

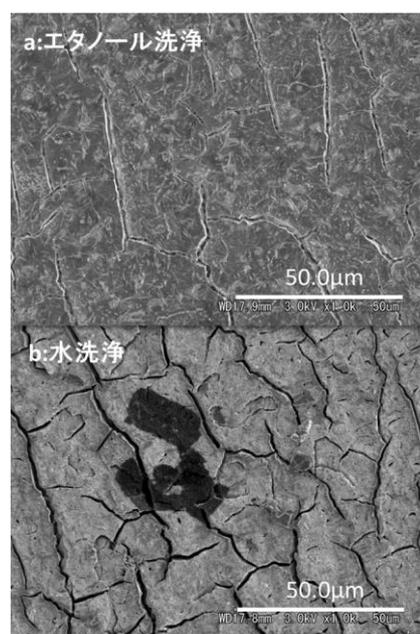


図1 洗浄方法による表面SEM画像の比較