

β -アルミナの剥離によるアルミナナノシートの作製

大学院自然科学研究科	前期課程・JST, CREST	古賀光太郎
〃	助教・JST, CREST	谷口貴章
〃	講師・JST, CREST	鯉沼陸央
〃	教授・JST, CREST	松本泰道

緒言

ナノシートとは、層状化合物を構成する酸化物層 1 枚に相当する分子スケールの厚さの 2 次元単結晶である。現在、酸化チタンナノシートや酸化マンガンナノシートなどの機能性ナノシートが数多く報告されている。これらのナノシートを用いて LBL や LB 法等の低コスト、低環境負荷な溶液プロセスにより機能性薄膜材料を作製することができる。

アルミナ(Al_2O_3)は化学的に安定で、強度や絶縁性も高く、広いバンドギャップ($\sim 8\text{eV}$)を持つことから絶縁体膜として用いられている。アルミナの層状体であるナトリウム- β -アルミナ(SBA)は、絶縁性のスピネルアルミナ層と、その層間にあるナトリウム伝導層から成り、固体電解質として利用されてきた。最近の研究では、優れた誘電率をもつ材料としても注目を集めている。そこで、本研究では、SBA の剥離によるアルミナナノシートの作製、およびその再積層による高誘電性のアルミナナノシート薄膜を作製することを目的とした。

実験操作

水酸化アルミニウムと炭酸ナトリウムを $\text{Na} : \text{Al} = 1 : 7.5$ の元素比で少量のエタノールを加え、1 時間粉碎混合後、24 時間 1400°C で焼成して SBA を合成した。得られた SBA 粉末を希薄な酢酸溶液中で水熱処理することにより、層間のナトリウムイオンをプロトンに交換した。生成したプロトン- β -アルミナをホルムアミド中に分散させ、剥離溶液を得た。特性評価は、XRD、AFM、SEM、TEM、SEM-EDX で行った。

結果と考察

合成した SBA と SBA を様々な濃度の酢酸溶液中で水熱処理したサンプルの XRD パターンより、層間距離が約 1.13nm の β -アルミナが得られていることがわかった。また、酢酸の濃度が高すぎると水酸化物のピークが現れるため、プロトン交換するには酢酸濃度 1M が最適であることが分かった。水熱処理を行う前後での $\text{Al} : \text{Na}$ のモル比を測定した SEM-EDX の結果からも、Na の存在比が $87.83 : 12.17$ から $96.56 : 3.44$ へと減少していることを確認した。よって層間の Na が部分的にプロトンに交換されていると判断した。

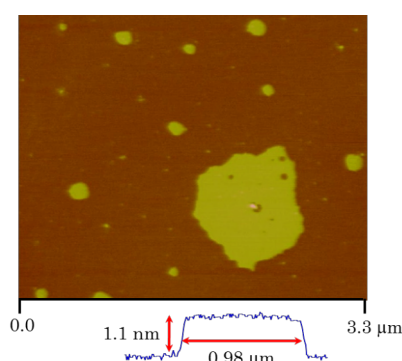


Fig.1 懸濁液のAFM像

Fig.1 はプロトン交換後の粉末をホルムアミド中で剥離したサンプル

の AFM 像で、厚さ約 1nm 、幅数百 nm のシートが観察できた。このサンプルの TEM の回折の結果を解析すると、今回得られたナノシートの結晶構造は、 β -アルミナ中のアルミナ層であるスピネル構造と一致している。これらのことより、アルミナナノシートの単層剥離に成功したと考えられる。