

導電性ナノシートの構造学的研究

福田勝利¹、佐藤 純¹、加藤久登¹、杉本 渉¹、
海老名保男²、柴田竜雄²、佐々木高義²

1 信州大学、2 物質・材料研究機構

緒言: 近年グラフェンの登場によって、層状化合物の単層剥離から得られる「ナノシート」を利用した材料開発には多大なる関心が寄せられている。特に、導電性ナノシートを構成部材としてナノ構造体を構築することで、従来のトップダウン型合成手法では得られない性状・物性を有する電極材料の創製が期待されている。このような応用展開のためには、導電性ナノシート一枚の構造学的研究と導電性の理解は必要不可欠である。そこで本研究では、放射光 in-plane X 線回折法を用いて、高い導電性を示すことで知られている RuO₂ 系のナノシートの二次元周期性及び熱安定性を明らかにし、単一ナノシートの導電率の解析を試みた。

実験: 固相合成した層状酸化ルテニウムをソフト化学プロセスにより単層剥離を誘導し、アニオン性酸化ルテニウムナノシートが分散したコロイド溶液を得た。次に、カチオン性ポリマーで被覆した基板をナノシート分散液に浸漬することで、ナノシート自己組織化単層膜を合成した。放射光 in-plane 回折実験は、KEK PF BL-6C ハッチ内の下流に設置された薄膜四軸回折計を用いて行った。また、ナノシートの導電性は、金をパターン蒸着したナノシート薄膜を用いて二端子法によって計測した。

結果: カチオン性ポリマーとの自己組織化反応を利用することで、ナノシートが基板全面をほぼ覆った一軸配向性のナノシート単層膜を合成した(図 1 参照)。図 2 には合成した単層膜の in-plane X 線回折パターンを示した。観測された多数の回折線は、二次元ブラベー格子の斜格子で帰属することができた ($a = 0.5610(8)$ nm, $b = 0.5121(6)$ nm, $\gamma = 109.4(2)^\circ$)¹。これは同ナノシートが剥離後もホスト層の高い結晶性を維持していることを示している。

発表当日は、酸化ルテニウムナノシートの熱安定性と導電率についても報告する。

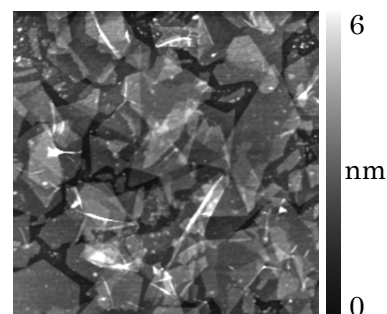


図 1 酸化ルテニウムナノシート自己組織化単層膜の AFM 像

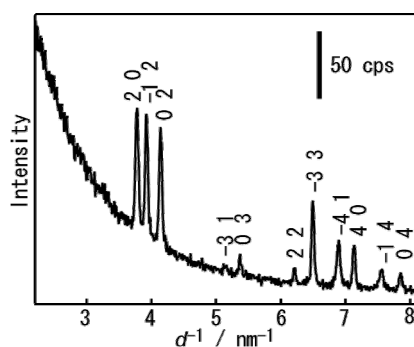


図 2 酸化ルテニウムナノシート単層膜の in-plane 回折パターン