

コバルトをドーピングした酸化ルテニウムナノシートの結晶構造解析 Analysis of Crystal Structure of Co-doped Ruthenate Nanosheets

坂井 伸行^{1,*}, 福田 勝利², 海老名 保男¹, 佐々木 高義¹, 谷口 貴章¹

¹物質・材料研究機構 MANA, 〒305-0044 つくば市並木 1-1

²京都大学 成長戦略本部, 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

Nobuyuki Sakai^{1,*}, Katsutoshi Fukuda², Yasuo Ebina¹, Takayoshi Sasaki¹, Takaaki Taniguchi¹

¹MANA, National Institute for Materials Science (NIMS),

1-1 Namiki, Tsukuba, 305-0044, Japan

²Office of Society-Academia Collaboration for Innovation, Kyoto University,

Yoshida-honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501, Japan

1 はじめに

近年、層状化合物の単層剥離により多様な無機ナノシートが合成され、さまざまな魅力的な特性を示すことが報告されている。ナノシートに異種元素をドーピングするとその特性をチューニングできることが期待される。本研究では、酸化ルテニウムナノシートのルテニウムを一部コバルトに置換したナノシートを合成し[1]、その結晶構造を放射光を用いた面内 XRD 測定により調べた。

2 実験

コバルトをドーピングした層状ルテニウム酸カリウムを合成し、得られた粉末を 60 °C に加温した 1 M 硝酸に分散させ 3 日間攪拌し、層間の K⁺を H₃O⁺に交換した。さらに、水酸化テトラブチルアンモニウム水溶液に分散させ室温で 10 日間振盪することにより、厚みが 1.2 nm、横サイズが数百 nm のコバルトドーピング酸化ルテニウムナノシートを得た。静電的自己組織化法によりナノシートをシリコン基板上に堆積させた薄膜試料を作製し、ビームライン 6C に設置されている薄膜回折計を用いてナノシートの面内 XRD パターンを測定した。

3 結果および考察

コバルトをドーピングしていない酸化ルテニウムナノシートは二次元斜方格子 ($a = 0.3072(1)$ nm, $c = 0.4800(1)$ nm, $\beta = 91.60(2)^\circ$) であったが、コバルトを 5%ドーピングした酸化ルテニウムナノシート ($a = 0.3059(2)$ nm, $b = 0.4817(1)$ nm) およびコバルトを 10%ドーピングした酸化ルテニウムナノシート ($a = 0.2955(2)$ nm, $b = 0.4889(4)$ nm) は二次元長方格子に、コバルトを 20%ドーピングした酸化ルテニウムナノシートは二次元六方格子 ($a = 0.2899(3)$ nm) にそれぞれ帰属される回折パターンが得られた(図 1)。

母層状結晶は、コバルトをドーピングしていない場合は単斜晶であり、コバルトドーピング量が 5%および 10%の場合は直方晶であり、コバルトドーピング量が 20%の場合は六方晶であった。以上のことから、コバルトドーピング量が増加すると、より対称性の高い結晶構造の層状化合物が生成し、そのホスト層の構造

を保ったまま剥離することでナノシートが得られると考えられる。

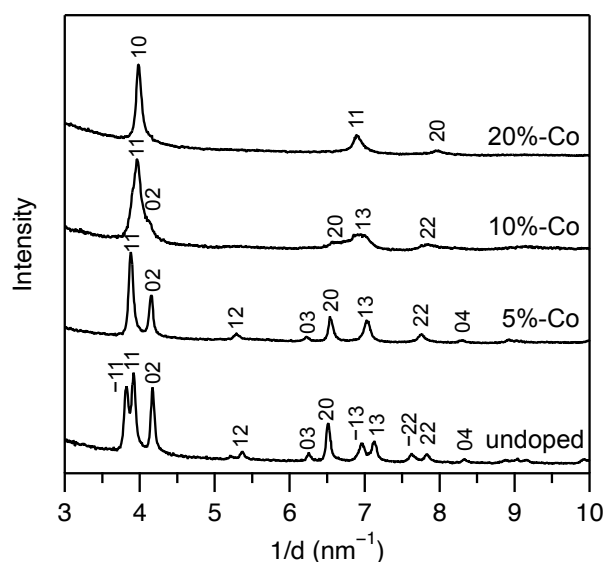


図 1 : コバルトをドーピングした酸化ルテニウムナノシートの面内 XRD パターン

4 まとめ

コバルトをドーピングした酸化ルテニウムナノシートの結晶構造を面内 XRD 測定により明らかにした。

成果

[1] L. Nurdiwijayanto, K. Hayashi, N. Sakai, Y. Ebina, D. Tang, S. Ueda, M. Osada, K. Tsukagoshi, T. Sasaki, T. Taniguchi, "Thermal and Chemical Phase Engineering of Two-Dimensional Ruthenate," *ACS Nano*, **17**, 12305 (2023). DOI: 10.1021/acsnano.3c01017.

* sakai.nobuyuki@nims.go.jp