

Ni-N 結合の実現に向けた CrN/NiO 超格子構造の作製

Fabrication of CrN/NiO superlattice structures towards realizing Ni-N bonds

東工大物質理工学院¹, 元素戦略² ○ (M1) 佐藤 大知¹, 横山 竜¹, 相馬 拓人¹, 大友 明^{1,2}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, MCES.², °D. Sato¹, R. Yokoyama¹, T. Soma¹, A. Ohtomo^{1,2}

E-mail: sato.d.ag@m.titech.ac.jp

【はじめに】3d 遷移金属窒化物は、いわゆる III-V 族半導体と異なり、スピン配列や電子相関に起因する興味深い物性を示す。例えば、VI 族窒化物である立方晶系 CrN は、室温付近で $100 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を超える高い移動度と構造相転移を伴う常磁性絶縁体-反強磁性金属転移を示すことが知られている [1]。一方で、Ni をはじめとする後周期の 3d 遷移金属と窒素の結合は、反結合性の $p-d$ 軌道の電子数が高いため極めて不安定である。逆ペロブスカイト型構造の Ni_4N や類縁の金属間化合物では Ni 間の金属結合はあっても Ni-N 結合はない [2]。そこで本研究では、Ni を窒化するのを目的として、ともに岩塩型構造をとる CrN と NiO の人工超格子構造を作製したので報告する。

【実験】パルスレーザー堆積法により、CrN および NiO の焼結体をそれぞれ窒素および酸素ガス雰囲気中で交互に打ち分けて、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (0001) 基板上に超格子構造を作製した。X 線回折法 (XRD) と透過電子顕微鏡 (TEM) により積層構造を、光吸収やラマン散乱などの光学的特性を評価した。

【結果と考察】Fig. 1 に CrN/NiO 超格子構造薄膜の X 線回折プロファイルを示す。積層周期に対応した超格子反射やラウエフリッジが観測され、原子層レベルで制御された超格子構造が得られたことが分かった。Fig. 2 に $[\text{CrN}_{10}/\text{NiO}_{20}]_5$ 薄膜の断面 TEM 像を示す。CrN と NiO の積層構造が明瞭なコントラストとともに観測され、化学的に安定な CrN/NiO 界面が形成されたことが示唆される。当日の発表では光学的特性の積層周期依存性についても報告する。

[1] C. X. Quintela *et al.*, *Adv. Mater.* **27**, 3032 (2015). [2] T. F. Jaramillo *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **11**, 26863 (2019).

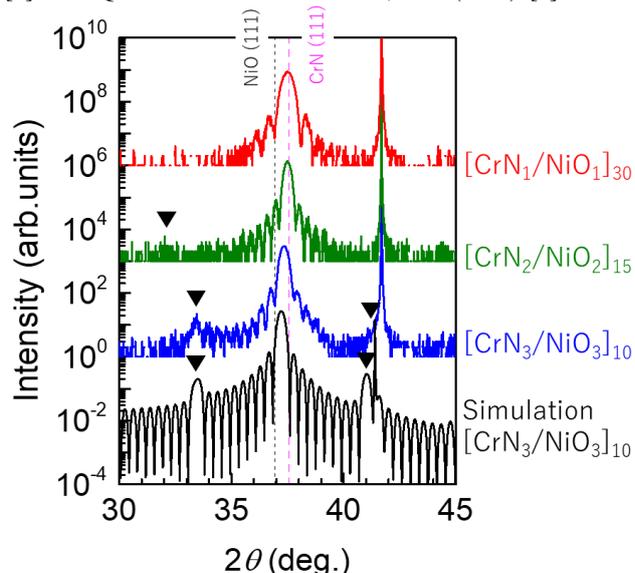


Fig. 1 Out-of-plane XRD profiles for CrN/NiO superlattice structures and a simulation for the blue one (black). Superlattice reflections are marked by triangles.

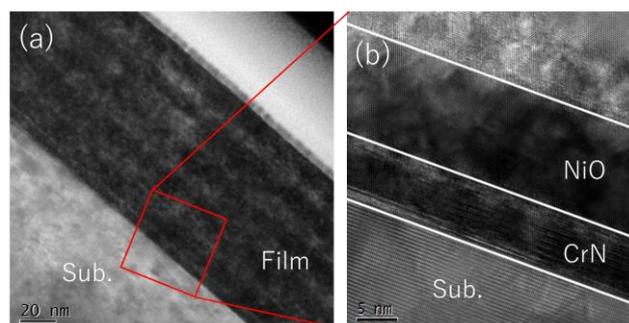


Fig. 2 Cross-section TEM images for a superlattice structure of $[\text{CrN}_{10}/\text{NiO}_{20}]_5$. (a) wide area image and (b) magnified image for the first period.