

パルスレーザー堆積法で成長した CrN 薄膜の電子物性 Electronic properties of CrN films grown by pulsed-laser deposition

東工大物質理工学院¹, 元素戦略² ○横山 竜¹, 水城 淳¹, 大友 明^{1,2}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, MCES², ○R. Yokoyama¹, J. Mizushiro¹, A. Ohtomo^{1,2}

E-mail: yokoyama.r.ac@m.titech.ac.jp

【はじめに】優れた機械的強度と高温でも酸化しない化学的安定性を有する窒化クロム (CrN) は、金属部材のコーティングに広く利用されている。電子物性の観点では、金属と絶縁体の境界に位置する遷移金属化合物であり、高温側の絶縁体相が 280 K 付近で構造相転移を伴って金属相へ転移することが知られている [1]。この相転移は、高温側が金属の場合でも維持される。以上のことから、相転移による導電性変化を利用した電子材料の可能性を検討することは興味深い。しかしながら、薄膜成長と基礎物性評価の研究例は少なく、バンド構造や導電性に関してはわかっていないことが多い。本研究では、薄膜成長時の窒素圧力依存性を調べるとともに、導電性の制御因子を明らかにすることを目的とした。

【実験】CrN ターゲット (3N) を用いて、パルスレーザー堆積法により Al₂O₃ (0001), MgO (100), MgAl₂O₄ (100)の各基板上に 700 °C で薄膜を成長した。成長時の窒素圧力を 6.2×10^{-4} から 1×10^{-1} Torr まで変化させた。X 線回折 (XRD) により結晶構造を、4 端子法により電気抵抗を、ホール効果測定により電子濃度とホール移動度を評価した。

【結果と考察】Fig. 1 に窒素圧力を変化させて成長した試料の XRD パターンを示す。低圧側では Cr₂N 単相が、高圧側では CrN 単相が、それらの中間では 2 つの相が共晶化した薄膜が得られた。Fig. 2 に CrN 単相の薄膜に対する抵抗率の温度依存性、ならびに 300 K における電子濃度とホール移動度の関係を示す。すべての試料は室温付近で構造相転移に由来する抵抗率のヒステリシス挙動を示した。また、高温側では成長条件に応じて絶縁体から金属へ移り変わる傾向が見られた。電子濃度は成長条件に依らず $\sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ 程度であったことから、この挙動は電子のフィリングによる効果では説明できない。一方で、ホール移動度は成長条件に強く依存し、高移動度の試料ほどより金属的な伝導を示した。発表では基板の効果についても議論する。

[1] C. X. Quintela, *et al.*, *Adv. Mater.* **27**, 3032 (2015).

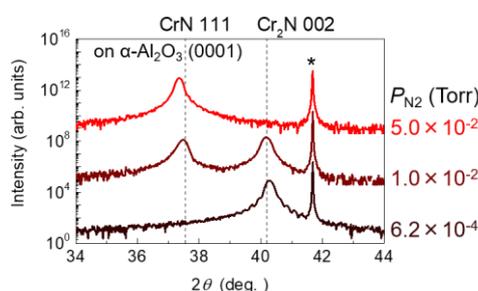


Fig. 1 Out-of-plane XRD patterns for chromium nitride films grown under various N₂ pressures.

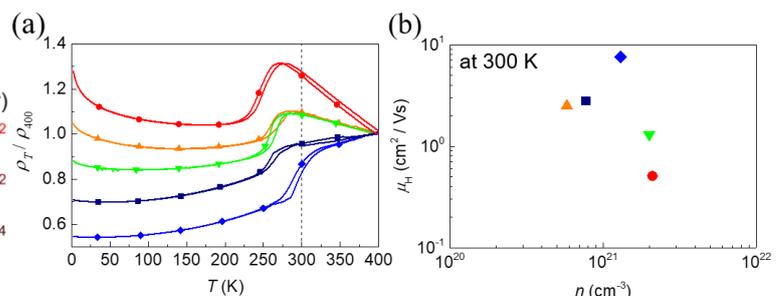


Fig. 2 Electronic properties of CrN films grown at various conditions. (a) Temperature dependence of resistivity. (b) Hall mobility as a function of electron density.