

反応性 MBE で作製した NiCo_2O_4 のアニール時酸素分圧依存性

NiCo_2O_4 films fabricated by reactive MBE and annealing in various oxygen pressures

北大総化院¹, 北大院工² 辻榮朝香¹, 原 吉典¹, 柳瀬 隆², 島田敏宏², ○長浜 太郎²

Hokkaido Univ. CSE¹, Hokkaido Univ.², A. Tsujie¹, Y. Hara¹, T. Yanase², T. Shimada², T. Nagahama²

E-mail: nagahama@eng.hokudai.ac.jp

NiCo_2O_4 は最近スピントロニクス材料としての可能性が注目され、高機能材料薄膜としての開発が行われている。構造は逆スピネル型で A サイトを Co^{3+} 、B サイトを Co^{3+} と Ni^{2+} が占有する。興味深い特徴は、室温で電気伝導性を示し、酸化物にも関わらず温度の低下とともに電気抵抗が減少する金属的な電気伝導を示すことである。同様に電気伝導を示す磁性酸化物としては Fe_3O_4 がよく知られているが、その温度依存性は半導体的である。また NiCo_2O_4 は基板および製膜条件によっては垂直磁気異方性を示すことが報告されている¹⁾。以上のような特性は試料作製条件に強く依存し、電気伝導性や磁性が得られるのは 10~100Pa という高い酸素分圧下で製膜した場合に限られる。そのため、これまでの報告では、ほとんどの試料作製が PLD で行われている。本研究では反応性 MBE 法と高酸素雰囲気中アニールにより作製し、その特性を調べた²⁾。

製膜は反応性 MBE 法(成膜温度 100°C 酸素ラジカル 4×10^{-4} Pa)で行い、ロードロック室に移送した後に 4×10^{-4} から 150 Pa までの様々な酸素雰囲気中で 500°C でアニールを行った。その後 X 線回折、TEM 観察、磁化測定、電気伝導測定をおこなった。

図 1 に得られた NiCo_2O_4 薄膜の格子定数のアニール時酸素分圧依存性を示す。低酸素分圧でアニールした薄膜は岩塩型の $(\text{Ni}, \text{Co})\text{O}$ が形成されていると考えられる。一方高酸素分圧ではスピネル型の NiCo_2O_4 に対応する格子定数が観察された。また中間の酸素分圧においては中間的な格子定数の値ではなく、両者の格子定数がそれぞれ観察された。このことは TEM による断面観察結果とも整合する結果である。図 2 に電気抵抗測定の結果を示す。電気抵抗はアニール時酸素分圧が高いほど小さくなったが、すべての試料が半導体的な温度変化を示した。

1) X. Chen et al., Adv. Mater. **31** 1805260 (2018) 2) A. Tsujie et. al., Appl. Phys. Lett. **116** 232404 (2020)

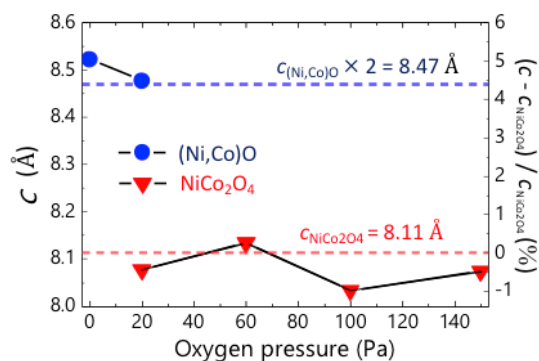


図 1 反応性 MBE で作製した NiCo_2O_4 の格子定数のアニール時酸素分圧依存性。

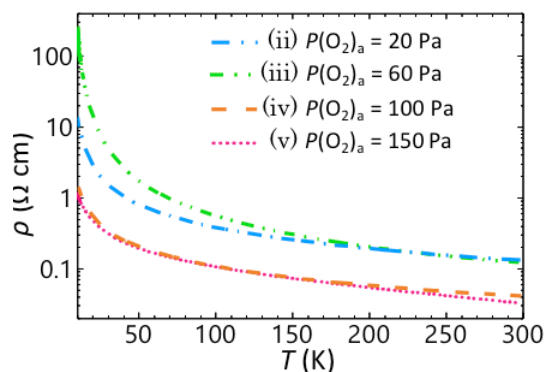


図 2 NiCo_2O_4 の電気抵抗のアニール時酸素分圧依存性。