

種々の酸素流量で成膜した二元系 Fe-O 薄膜の電気的特性

The electrical properties of binary Fe-O films deposited under various oxygen flow rate

東北大工¹ ○小川 由希子¹, 須藤 祐司¹, 安藤 大輔¹, 小池 淳一¹Tohoku Univ.¹, °Yukiko Ogawa¹, Yuji Sutou¹, Daisuke Ando¹, Junichi Koike¹

E-mail: b2tm5303@s.tohoku.ac.jp

酸化物材料は透明導電膜や太陽電池、不揮発性メモリなどの電子デバイス用材料として注目されている。鉄酸化物は数多く存在する酸化物材料の中でも資源豊富で安価な材料として知られている。さらにその特性は、わずかな酸素量の違いによって大きく変化する。鉄酸化物の一種である Fe_3O_4 と $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ を例にとってみると、両者とも n 型半導体として知られており¹⁻²⁾、物質内に含まれる酸素量の違いはわずか 3% であるにもかかわらず、その電気的特性は大きく異なる。 Fe_3O_4 は 0.1 eV^3 程度のバンドギャップを持ち、抵抗率も約 $10^3 \Omega\text{cm}$ と比較的低い。これに対し、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ は約 2.0 eV^4 のバンドギャップを持ち、抵抗率は $10^5 \Omega\text{cm}$ 以上である。しかしながら、二元系 Fe-O 薄膜の電気的特性の酸素濃度依存性に関する研究報告はあまり行われていない。そこで本研究では、様々な酸素流量下で成膜した Fe-O 二元系薄膜の電気的特性を調査することを目的とした。

二元系 Fe-O 薄膜は、Fe をターゲット材とし、Ar- O_2 雰囲気下での反応性スパッタにより成膜した。酸素流量は 0.10 ccm から 0.25 ccm まで変化させた。電気抵抗率、キャリア濃度、Hall 移動度およびキャリアタイプは van der Pauw 法により測定した。また結晶構造を詳細に調査するために、out-of-plane 法および in-plane 法の両方を用いて測定を行った。さらにいくつかの Fe-O 薄膜内の酸素濃度をラザフォード後方散乱分光法(RBS)により測定した。

Fig. 1 は、Fe-O 薄膜の電気抵抗率に及ぼすスパッタ時の酸素流量依存性を示している。酸素流量が 0.18 ccm 以上となると $10^6 \Omega\text{cm}$ 以上の高抵抗となり、本実験で用いたホール効果測定装置では正確な測定ができなかった。抵抗率は酸素流量の増加に伴って上昇した。また酸素流量 $0.13, 0.15 \text{ ccm}$ にて成膜した試料はそれぞれ n, p 型であることが分かった。この電気的特性の変化は結晶構造の変化が大きく関係しており、各試料は順に $\alpha\text{-Fe}$ と Fe_3O_4 の混相、FeO と Fe_3O_4 の混相、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 単相であった。講演では、本実験で得られた p 型 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 薄膜について、酸素濃度や化学結合状態の観点から議論する。

References

- 1) J S-Y. Feng et al: J. Phys. C: Solid State Phys. **8**, 1010 (1975).
- 2) T. Lindgren et al.: Sol. Energy Mater. **71**, 231 (2002).
- 3) Merchant et al.: J. Solid State Chem. **27**, 307 (1979).
- 4) B. Ingler Jr et al.: Thin Solid Films **461**, 301 (2004).

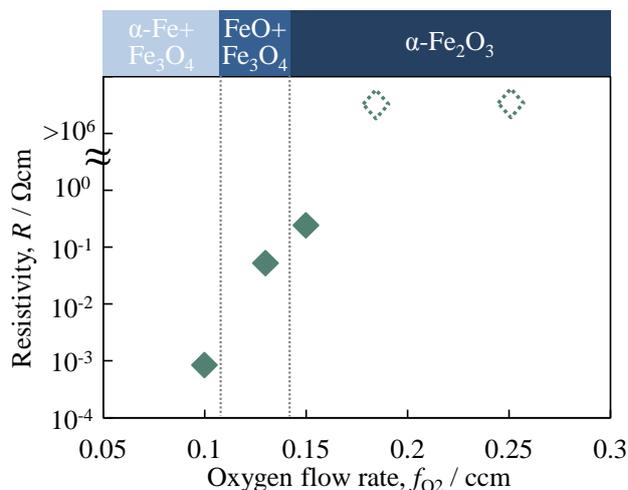


Fig. 1 The electrical resistivity and carrier type of Fe-O films.