

## P 型透明酸化物半導体 Si:FeO のエピタキシャル薄膜の形成

### Epitaxial Growth of P-Type Transparent Oxide Semiconductor Si:FeO

○関 宗俊、シャモハディ アミン、高橋 雅尚、足立 真輝、  
那須 英和、山原 弘靖、田畑 仁 (東大工)

○Munetoshi Seki, Shahmohammadi Amin, Masanao Takahashi, Masaki Adachi, Hidekazu Nasu,  
Hiroyasu Yamahara, and Hitoshi Tabata (Univ. of Tokyo)

E-mail: m-seki@ee.t.u-tokyo.ac.jp

FeO (酸化第一鉄、ウスタイト) は岩塩型結晶構造を持つ代表的な二元系酸化物である。我々は PLD 法を用いて FeO のエピタキシャル薄膜の形成に成功したのでその詳細を報告する。FeO は地球のマントルや外殻を構成する主成分として地質学上きわめて重要な物質であるだけでなく、近年はスピントロニクスから触媒工学などの広範な分野において大きな注目を集めている。FeO は p 型伝導を示すことが知られており、また、バンド計算に基づく理論的研究によって、そのバンドギャップは 2.5~4.0eV になると予測されている。したがって、FeO は透明 p 型酸化物半導体の候補材料と考えることができる。しかしながら、FeO は室温でスピネル相 (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) と Fe に分解してしまうという特徴がある。また、大気中では簡単に酸化されて Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> や α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> になってしまう。このような化学的不安定性のため、純粋な FeO 結晶相は常温常圧下ではナノクラスター等のナノ構造の形でしか存在しえないとされてきた。そこで我々は Si を添加した薄膜 Si:FeO の作製を試みた。Si で Fe を一部置換した Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Si:Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) は高温高压安定相であるため、上述したスピネル相の析出が抑制されると期待できる。さらに、Si<sup>4+</sup>で FeO 中の Fe が置換されると、電荷補償の効果で [Fe<sup>2+</sup>]/[Fe<sup>3+</sup>]比が増大して耐酸化性が向上すると考えられる。図 1(a)に、SiO<sub>2</sub> と α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の粉末混合から成るターゲットを用いた場合の薄膜の XRD パターンを示す。Si 量が増加すると Si:FeO の単結晶薄膜が成長することが分かった。また、この Si:FeO に MgO を添加した Si:FeO-MgO は完全固溶体を形成し、全組成において p 型の伝導性を示した。また、そのバンドギャップは MgO 量によって 2.7~6.0eV と大きく変化することが分かった。これらの電気・光学特性の詳細と透明 p 型半導体としての可能性について議論す

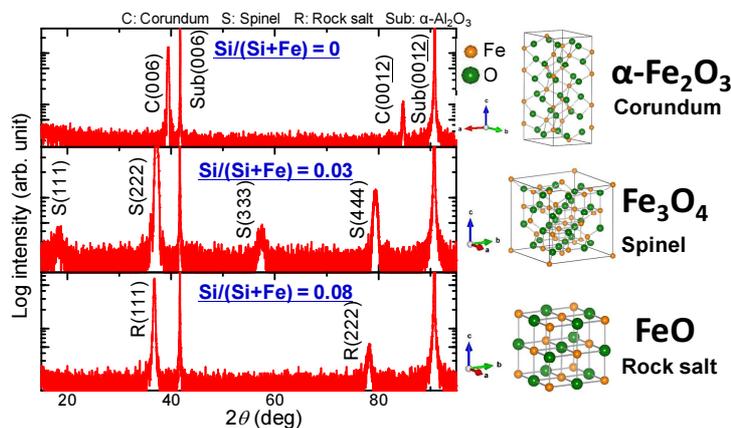


図 1. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 混合ターゲットを用いて PLD 法により作製した薄膜の XRD パターン

### 謝辞

本研究の一部は科研費基盤研究(S) : 24226014 および(独)日本学術振興会の「研究拠点形成事業 (A.先端拠点形成型)」の助成を得て遂行された。

### 参考文献

[1] M. Seki et al., Appl. Phys. Lett. 105, 112105 1-4, 2014.