

Fe 源としてトリス(2,4-ペンタンジオナト)鉄(III)を用いた MOCVD 法による Fe ドープ NiO 薄膜の作製

MOCVD deposition of Fe-doped NiO films using Tris(2,4-pentanedionato)iron(III) as Fe source

○酒井 駿吾¹、田口 健太郎¹、藤原 一樹¹、石川 博康^{1,2}

(1. 芝浦工大、2. SIT グリーンイノベーション研究センター)

○Shungo SAKAI¹, Kentaro TAGUCHI¹, Kazuki FUJIWARA¹, Hiroyasu ISHIKAWA^{1,2}

(1. Shibaura Inst. of Tech, 2. SIT Research Center for Green Innovation)

E-mail: ma16051@shibaura-it.ac.jp

1. はじめに

NiO は直接遷移型のバンド構造を持つ p 型酸化物半導体であり、ワイドギャップで透明であることから、p 型の透明導電膜として pn 接合デバイスへ応用が広く期待されている。我々は、安価かつ毒性の低い材料としてビス(2,4-ペンタンジオナト)ニッケル(II)水和物を MO 原料として用い、高品質 NiO 薄膜を常圧 MOCVD 堆積させる研究を行っている。本研究では、低抵抗化を目的とし、ドーパントとしてトリス(2,4-ペンタンジオナト)鉄(III)を用いて Fe ドープ NiO 薄膜を作製した結果について報告する。

2. 実験方法

ビス(2,4-ペンタンジオナト)ニッケル(II)水和物、トリス(2,4-ペンタンジオナト)鉄(III)及び O₂ ガスを原料とし、有機金属昇華用及び薄膜堆積用の横型管状炉 2 台を用いた MOCVD 装置により Fe ドープ NiO 薄膜を 250-350 nm 形成した。結晶堆積用基板として C 面サファイア、及び MgO (111)を用いた。基板温度 800°C でサーマルクリーンを行った後、堆積温度 450°C、有機金属加熱温度 280°C、バブリングガスとして N₂ 0.5 slm、O₂ 0.3 slm として薄膜を堆積させた。Fe/Ni モル比は 0.02, 0.1, 及び 1% と変化させた。結晶堆積後、O₂ 雰囲気中 750°C でウェットアニール処理を施した。評価方法として AFM を用いた表面評価、分光光度計を用いた光学評価、X 線回折装置 (XRD)を用いた結晶評価、van der Pauw 法による抵抗率測定を行った。

3. 結果及び考察

ここでは MgO (111)基板上の結果について述べる。結晶堆積後の試料表面は全てミラーライクであった。薄膜の色について、Fe/Ni モル比 0.02 及び 0.1% の試料では薄い透明な黄緑色であったが、1% の試料では黒ずんだものとなった。図 1 に分光光度計で測定した透過率及び反射率から算出した $(\alpha h\nu)^2$ - $h\nu$ プロットを示す。求めた光学バンドギャップはノンドープの試料では 3.6 eV、Fe ドープした試料では 3.8-3.9 eV であり、Fe ドープによりバンドギャップが大きくなることがわかった。図 2 に XRD を用いた 2θ - ω スキャンの結果を示す。供給 mol 比を増やすほど NiO (111)ピーク強度は小さくなり、mol 比 1% では観測することができなかった。電気的特性について、Fe/Ni モル比 0.1% の Fe ドープ NiO 試料はアニール前では高抵抗のため測定ができなかったが、アニール後では抵抗率が下がり $2.383 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ が得られた。以上より、今回の方法で Fe ドーピングによる低抵抗化ができたものといえる。本研究発表は、SIT グリーンイノベーション研究センターの支援を受けて行った。

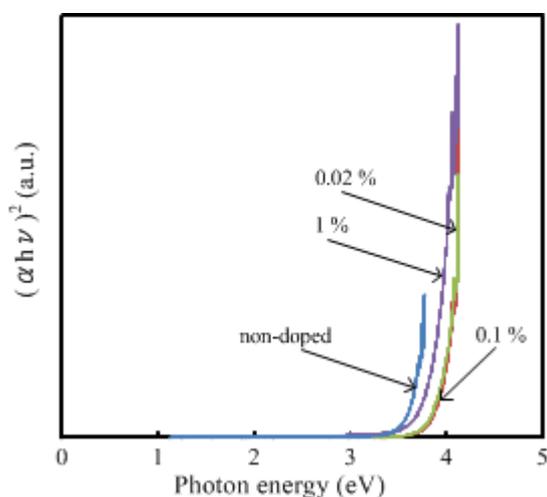


図 1 $(\alpha h\nu)^2$ - $h\nu$ プロットの比較

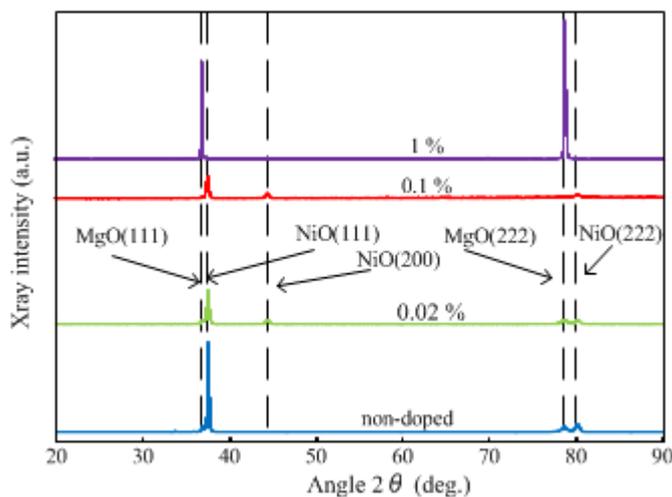


図 2 2θ - ω スキャンの比較