

深紫外線センサの応用に向けた $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜の酸素空孔が及ぼす 吸収スペクトルへの影響とバンドギャップの評価

Influence on absorption spectrum and evaluation of the band gap that an oxygen vacancy of $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ films for deep ultraviolet photodetectors give

○西谷拓樹、太田晃平、北野総佑、濱野亮介、稲田貢、清水智弘、新宮原正三、幸塚
広光、齊藤正 (関西大学)



○Hiroki Nishitani, Kohei Ohta, Sosuke Kitano, Ryosuke Hamano, Mitsuru Inada,

Tomohiro Shimizu, Shoso Shingubara, Hiromitsu Kozuka, and Tadashi Saitoh (Kansai Univ.)

E-mail: saitoh@kansai-u.ac.jp

1. 緒言

深紫外線 (190~280nm) のみを検出して太陽光を検知しない光センサは、“ソーラブラインド型深紫外線センサと呼ばれている。ソーラブラインド型紫外線センサは、火災報知器、燃焼モニタリング、生体分析や化学分析、光通信などへの応用が期待される。

近年、ソーラブラインド型紫外線センサの受光素子として酸化物混晶半導体の研究が盛んに行われている。 NiMgO もその一つである。¹⁾ 混晶半導体のバンドギャップは、以下のように組成に対する2次式で近似できる。

$$E_g(\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}) = (1-x)E_g(\text{NiO}) + xE_g(\text{MgO}) - bx(1-x)$$

* b =ボーイングパラメータ

しかし、これまでに報告された $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜のバンドギャップは、 Mg が増加するほど上式より下方へ逸脱する。^{2,3)} 今回は、その原因について報告する。

2. 実験方法

RFスパッタリングにより、 $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜を石英基板上に製膜した。ターゲット材料には、 Ni カソード ($\phi 80$) と Mg チップを用いた。 $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜の形成のため、カソード上に Mg チップを配置し、複合ターゲットスパッタリングによる製膜を行った。スパッタリング条件は、基板距離が 55mm、基板温度が 350°C、Power が 100W、ガス圧が 5mTorr である。また、不活性ガスに Ar を 4.5sccm、反応性ガスに O_2 を 0.5sccm を用いた。 $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜を製膜した後、結晶性向上のために大気中で 900°C 30 分間の熱処理を行った。

3. 結果及び考察

これまでに報告された $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜のバンドギャップは、 Mg が多くなるほど上式より下方へ逸脱することから、特に Mg が多い $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜 ($x=0.81$, $x=0.91$) に着目した。Fig 1 に $\text{Ni}_{0.09}\text{Mg}_{0.91}\text{O}$ 及び $\text{Ni}_{0.19}\text{Mg}_{0.81}\text{O}$ の吸収特性を示す。Fig 1 より、約 6.5~7eV においてバンド端が確認できる。これより、バンドギャップを算出した。Fig 2 にバンドギャップの Mg 組成依存性を示す。 $(x=0\sim 0.47^4)$ Fig 2 より、本研究で作製した $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜のバンドギャップは上式に従うことが確認できる。一方、Fig 1 の 4.5eV 付近に着目するとバンド端とは異なる吸収端が確認できる。この吸収端は、 MgO の酸素空孔に起因する吸収が約 4.5eV に存在することから⁵⁾、酸素空孔による吸収であると考えられる。以上のことから、これまでに報告された $\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$ 膜のバンドギャップ

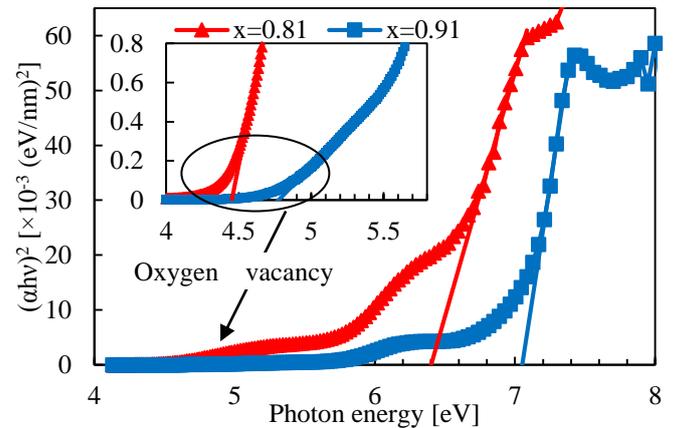


Figure 1. $\text{Ni}_{0.09}\text{Mg}_{0.91}\text{O}$ 及び $\text{Ni}_{0.19}\text{Mg}_{0.81}\text{O}$ の吸収特性

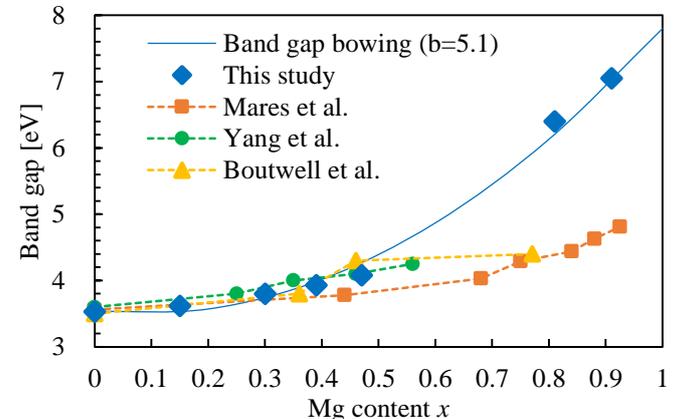


Figure 2. バンドギャップの Mg 組成依存性

は、 $x > 0.5$ において MgO の酸素空孔による吸収からバンドギャップを算出しているため、実際のバンドギャップよりも低く見積もられている可能性が高い。

4. 参考文献

- 1). J. W. Mares *et al.*, Applied Physics Letters **97**, 161113 (2010).
- 2). R.C. Boutwell *et al.*, Thin Solid Films **520**, 4302 (2012).
- 3). Zhi-Guo Yang *et al.*, Thin Solid Films **519**, 5174 (2011).
- 4). H.Nishitani *et al.*, Applied Physics Express **8**, 105801 (2015).
- 5). Patrick Rinke *et al.*, Physical Review Letters **108**, 126404 (2012).