

岩塩構造酸化マグネシウム亜鉛 MSM 型真空紫外センサーの受光感度の温度依存性

Temperature Dependency of Photoresponsivity in Rocksalt-structured MgZnO-based Metal-semiconductor-metal-type Vacuum Ultraviolet Sensor

工学院大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻 固体物性研究室

日下 皓也¹⁾

指導教員 尾沼 猛儀¹⁾

研究協力者 高坂 亘¹⁾, 小川 広太郎^{2,1)}, 金子 健太郎³⁾,

藤田 静雄⁴⁾, 山口 智広¹⁾, 本田 徹¹⁾

1) 工学院大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻 固体物性研究室

2) 株式会社オーク製作所 3) 立命館大学 4) 京都大学

キーワード：半導体, 酸化マグネシウム亜鉛, 真空紫外線, 深紫外線

1. 背景

波長 200~280 nm の光は深紫外線(DUV)、200 nm 以下の光は真空紫外線(VUV)と呼ばれ、医学、生物学、化学、材料科学など多くの分野での応用が期待される。岩塩構造酸化マグネシウム亜鉛(RS-MgZnO)は真空・深紫外域で発光する半導体材料として期待される。一般に透過測定から吸収端エネルギーが決定されるが[1,2]、波長 190 nm 以下には MgO 基板による吸収が現れ、透過測定が困難となる。そこで本研究では RS-MgZnO の光電流スペクトル測定を行い、VUV 域での光学遷移過程を調査した。

2. 実験方法

ミスト化学気相成長法により(100)MgO 基板上に RS-MgZnO を成長させた。前駆体溶液の溶質には酢酸原料($Mg(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$ と $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$)を用い、Mg と Zn の比が 9:1 となるように調整した。溶媒には H_2O と CH_3COOH を用いた。試料の膜厚は 97~690 nm であった。光電流スペクトル測定では、Fig. 1 の金属-半導体-金属(MSM)型の受光素子を用いた。金属電極は Pt/Ti/Au を用いて、メタル

マスクにより幅 100 μm 、間隔 200 μm の電極を形成した。金属蒸着には電子ビーム蒸着器を用いた。光電流スペクトル測定、透過測定では、重水素ランプを単色化した光を用いて測定した。200 nm 以降の測定では二次光を取り除くため石英ガラスのロングパスフィルタを使用した。カソードルミネッセンス(CL)測定では、電子銃の加速電圧を 5 kV、エミッション電流を 41 μA とした。各測定では、光路を窒素で置換した VUV 分光システムを用いた[3]。

3. 実験結果、考察

光電流スペクトルを光源スペクトルで除算したスペクトルを受光感度スペクトルとした。Fig. 2 に 10 V のバイアスを印加させた受光感度スペクトルを示す。受光感度スペクトルは、6.6 eV 付近で急激に立ち上がり始めた。この立ち上がりは移動度端が起因すると示唆される。300 K での吸収端は 6.64 eV (187 nm) であると推定された。受光感度は 7.5 eV 付近で最大となり、暗電流に対する光電流の比率は 800 程度となった。比較のために、Fig. 3 に透過測

定から得られた吸収係数から算出した Tauc プロット、Fig.4 に CL スペクトルの測定結果も示す。Tauc プロットは、5.6 eV 付近で立ち上がり始め、6.6 eV 付近で急激に上昇した。Tauc プロットのフィッティングより、300 K での吸収端は 6.55 eV (189 nm) であると推定された。また、スペクトルの形状に裾状態を観測した。CL スペクトルは、6.16 eV 付近にバンド端付近の発光ピークが観られ、励起子の捕獲中心が発光に起因すると示唆される。

受光感度スペクトルに裾状態が観測されなかった。光電流測定では、光励起により生じたキャリアをバイアスによりドリフト電流として観測する。そのため、深い状態に捕獲されたキャリアは移動しづらくなると考えられる。

[謝辞]

本研究の一部は科研費(#20H00246, 22K04952)及び、工学院大学総合研究所プロジェクト研究の援助を受けた。

[参考文献]

- [1] T. Onuma *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **113**, 061903 (2018).
- [2] K. Ishii *et al.*, *Appl. Phys. Express* **12**, 052011 (2019).
- [3] T. Onuma *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **119**, 132105 (2021).

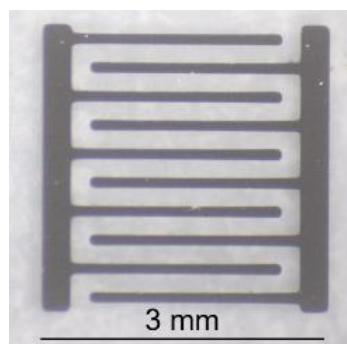


Fig. 1. Photograph of RS-MgZnO-based MSM-type Vacuum Ultraviolet Sensor. Pt/Ti/Au metal stack was used for the electrodes.

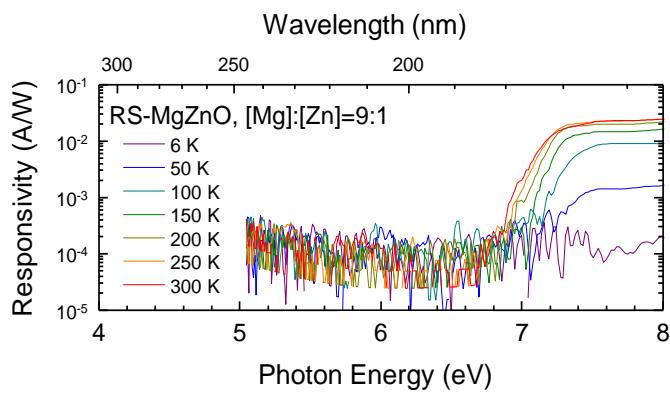


Fig. 2. Temperature dependent photoresponsivity spectra of RS-MgZnO film.

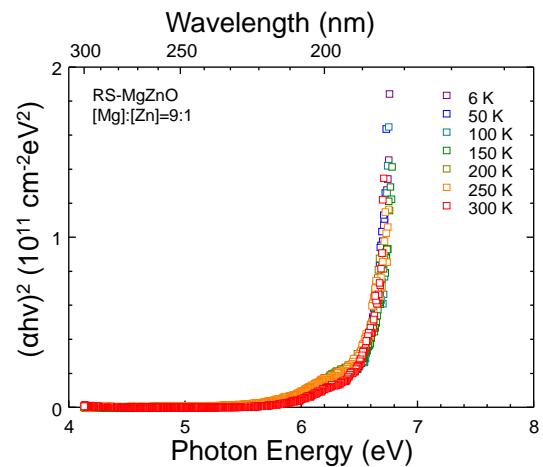


Fig. 3. Tauc plots of RS-MgZnO film in a temperature range from 6 to 300 K.

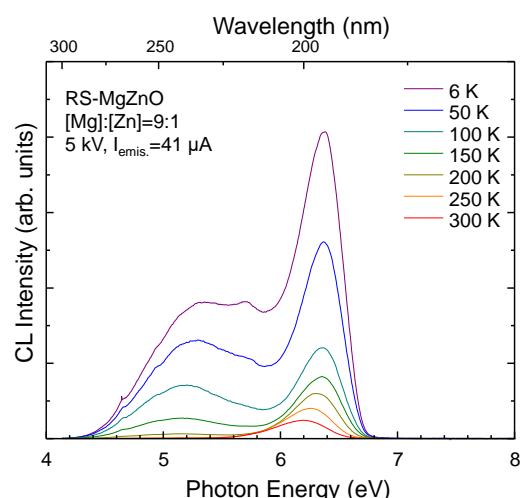


Fig. 4. Temperature dependent CL spectra of RS-MgZnO film.