

# 陽電子消滅寿命法と電子スピン共鳴による 電子線照射された ZnO 中空孔型欠陥の可視光応答観測

Investigation of visible light responsive defect states in electron-irradiated ZnO  
by positron annihilation lifetime spectroscopy and electron spin resonance

京大複合研<sup>1</sup>, 京大院工<sup>2</sup>, 法政大<sup>3</sup>

○(D)中島 諒<sup>1,2</sup>, 木野村 淳<sup>1</sup>, 藪内 敦<sup>1</sup>, 栗山一男<sup>3</sup>

KURNS, Kyoto Univ.<sup>1</sup>, Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.<sup>2</sup>, Hosei Univ.<sup>3</sup>

○(D)Makoto Nakajima<sup>1,2</sup>, Atsushi Kinomura<sup>1</sup>, Atsushi Yabuuchi<sup>1</sup>, Kazuo Kuriyama<sup>3</sup>

E-mail: nakajima.makoto.73c@st.kyoto-u.ac.jp

## 1. はじめに

ワイドギャップ化合物半導体 ZnO は次世代の高機能半導体材料として、実用化に向けた研究開発が進んでいる。しかし光照射により誘起される永続的光伝導の起源については、従来の評価分析法では十分な情報を得ることができていない。本研究では ZnO における永続的光伝導のモデルの1つとして提唱されている Zunger らのモデル[1]に対応した実験として、液体窒素温度下で電子スピン共鳴と陽電子消滅寿命測定により、中空孔型欠陥の青色 LED と赤色 LED 照射に対する可視光応答性を調べた。その結果から、陽電子消滅サイトと ZnO 中のアニオン中空孔型欠陥である酸素空孔の関連づけを試みた。

## 2. 方法

水熱合成法により作製された単結晶 ZnO に対して、京都大学複合原子力科学研究所 LINAC を用いて電子線をエネルギー約 8 MeV、照射量  $6 \times 10^{18} \text{ e}^-/\text{cm}^2$  で照射し、点欠陥を導入した。その後、液体窒素温度下にて青色 LED (平均エネルギー 2.64 eV) 照射と赤色 LED (平均エネルギー 1.97 eV) 照射を切り替えながら電子スピン共鳴測定と  $\gamma$ - $\gamma$  同時計数陽電子寿命測定を実施した。

## 3. 結果および考察

青色 LED 照射中とその後の赤色 LED 照射中での陽電子寿命を比較すると、最も変化があった場合で、それぞれ約 190 ps と約 180 ps の寿命値が観測された。電子スピン共鳴測定では、照射する光の波長に依存して 1 価に帯電した酸素原子空孔に対応すると考えられるピーク強度の変化が観測された。Zunger らのモデル[1]では、青色 LED 照射時には酸素空孔の電子が励起することでイオン化の価数が増加するとされている。その後、赤色 LED 照射することでイオン化した酸素空孔が基底状態に戻る。その結果、一部の酸素空孔が中性化することで酸素空孔においても陽電子が消滅している可能性がある。一方、上記の測定結果を参考にすると亜鉛空孔もしくは亜鉛空孔 - 水素複合体の関与も示唆される。観測された欠陥状態についてはさらに検討を進める予定である。

[1] S. Lany and A. Zunger, Phys. Rev. B **72**, 035215 (2005).