

反応性イオンエッチングを行った ZnO 表面の 時間分解フォトルミネッセンス及びX線光電子分光評価

Reactive ion etching-induced damages of ZnO single crystals studied by using time-resolved photoluminescence and x-ray photoelectron spectroscopy methods

東北大多元研 °粕谷 拓生, 嶋 紘平, 秩父 重英

IMRAM-Tohoku Univ. °T. Kasuya, K. Shima, and S. F. Chichibu

E-mail: takumi.kasuya.q5@dc.tohoku.ac.jp

【はじめに】 ZnO の禁制帯幅は室温において 3.4 eV[1]と広く、励起子束縛エネルギーも 59 meV[2]と大きいことから、励起子を利用した近紫外発光デバイスの活性層として有望な材料である。我々は、化学機械研磨(CMP)を用いた水熱合成(HT-)ZnO ウエハの薄膜化を行い、それを活性層に用いる半導体微小共振器(MC)を形成し、室温において MC 結合励起子ポラリトン発光を観測した[3]。昨秋の講演会では CMP により HT-ZnO ウエハに高濃度の非輻射再結合欠陥が導入されることを明らかにした[4]。本講演では、薄膜化の際に導入される欠陥濃度を低減できる手法の探索を目的として、反応性イオンエッチング(RIE)を行った HT-ZnO ウエハの時間分解フォトルミネッセンス(TRPL)およびX線光電子分光(XPS)評価結果を報告する。

【実験と結果】 東京電波社製 HT-ZnO の(000 $\bar{1}$)面に対し、(i)RF 出力 200 W、RIE 処理時間 2.5-16 分、(ii)エッチング深さ 1000 nm 程度、RF 出力 200-1000 W の条件で RIE を行った。TRPL 測定は Al₂O₃:Ti レーザの第 3 高調波($\lambda=267$ nm)を励起光源とし、室温かつ弱励起条件において実施した。Fig. 1 に、上記条件で RIE を行った試料のバンド端発光の室温 PL 寿命を示す。参考として、as-received 試料の結果を破線で示す。(i)は RIE 処理時間に関わらず、PL 寿命の速い成分(τ_1)が 0.8 ns 程度であり、as-received 試料と比較して半分程度に減少した。一方、(ii)試料群の τ_1 は、as-received 試料より短くなったが、RF 出力が大きいくほど長くなる傾向が得られた。低い RF 出力の条件で自由キャリアないしは励起子を浪費する深い準位が多く導入されたことが示唆される。当日は、XPS 測定による表面化学状態の分析結果を踏まえて TRPL の結果を深掘りする。

【謝辞】 本研究の一部は、キヤノン財団、クロスオーバーアライアンス、科研費 (#17H06514, #21K14544)、JST プログラム (JPMJSP2114)の援助を受けた。

【文献】 [1] D. Reynolds *et al.*, Solid State Commun. **101**, 643 (1997). [2] D. Thomas, J. Phys. Chem. Solids **15**, 86 (1960). [3] K. Shima, S. F. Chichibu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **177**, 071103 (2020). [4] 粕谷他 第 83 回応物秋季学術講演会 21p-B203-11 (2022).

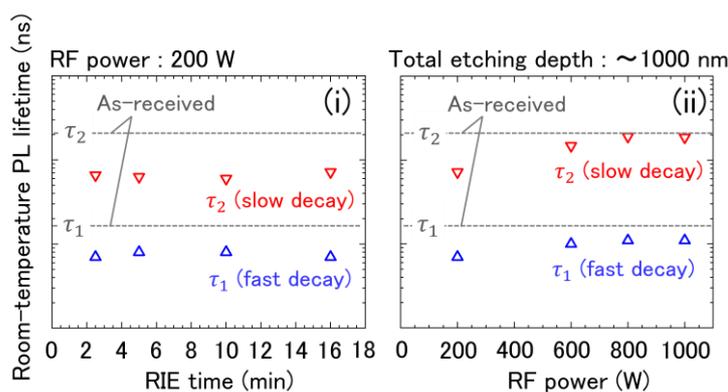


Fig. 1 Room-temperature PL lifetimes of the near-band-edge emissions for the RIE-processed HT-ZnO. Broken lines represent the values for the as-received ZnO.