

ZnO の反応性イオンエッチングによる損傷と HCl による損傷回復

Reactive-ion etching damage of ZnO and recovery by HCl dipping

東北大多元研 [○]中須 大蔵, 嶋 紘平, 小島 一信, 秩父 重英

IMRAM-Tohoku Univ., [○]T. Nakasu, K. Shima, K. Kojima, and S. F. Chichibu

E-mail: nakasu@tohoku.ac.jp

【はじめに】 ZnO は大きな禁制帯幅 (室温で 3.37 eV) と大きな励起子束縛エネルギー (59 meV) を持つため、それらの特徴を活かした発光素子が注目されている[1]。前回の発表[2]で我々は、ZnO 単結晶を化学機械研磨 (CMP) した際に生じる損傷について時間分解フォトルミネッセンス (TRPL) 法による評価を行い、研磨損傷により減少した室温 PL 寿命 (τ_{PL}) が希塩酸 (HCl) 処理を行うことにより回復することを報告した。本発表では、微細加工プロセスの一環である反応性イオンエッチング (RIE) を施した ZnO の表面残渣ないしは損傷層が τ_{PL} に及ぼす影響と、RIE 後の HCl 処理による τ_{PL} の回復過程について知見を得たので報告する。

【実験】 誘導結合型プラズマ RIE 装置を用いて水熱合成 ZnO 基板 (500 μm 厚) の O 極性面のエッチングを行った。RIE には、Ar と CH_4 の混合ガスを用い、時間、RF 電力、炉内圧力等を変化させた。また、RIE による表面残渣ないしは損傷層を除去するため、HCl 処理を行った。 τ_{PL} の評価には、室温における弱励起 TRPL 測定を用いた。

【結果】 ZnO のエッチングレートの RF 電力依存性を Fig. 1 に示す。エッチングレートは、Guo らの報告[3]と同様に 300 W までは RF 電力に比例して増加したが、400 W 以上で増加が緩やかになった。この結果は、ガス流量を固定していたため、エッチングに寄与するプラズマの密度が電力に比例して増加しなくなったためと考えられる。次に、(i) ZnO 基板、(ii) 深さ約 200 nm のエッチングを行った ZnO、(iii) エッチング後に HCl 処理を施した ZnO のバンド端発光の τ_{PL} を比較した。エッチングした ZnO の τ_{PL} は 98 ps であり、ZnO 基板 (131 ps) と比較して 25%減少したものの、HCl 処理を行うことにより 210 ps まで回復した。以上の結果から、バルクにおける Shockley-Read-Hall 型非輻射再結合中心[4]とは異なる、表面残渣ないしは損傷層が τ_{PL} に大きく影響を与えていることがわかった。詳細は当日報告する。

【謝辞】 本研究の一部は、キヤノン財団、ダイナミックアライアンス、科研費 (若手研究 18K13792, 19K15453)、早稲田大学材料技術研究所 (環境整合材料基盤技術共同研究拠点) との共同研究 (#31021) の援助を受けた。

【参考文献】 [1] Tsukazaki, Chichibu *et al.*, *Nature Mater.* **4**, 42 (2005). [2] 嶋, 秩父他, 2019 年春季応用物理学会 11p-S011-13. [3] Guo *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **45**, 8597 (2006). [4] Chichibu *et al.*, *Semicond. Sci. Technol.* **20**, S67 (2005).

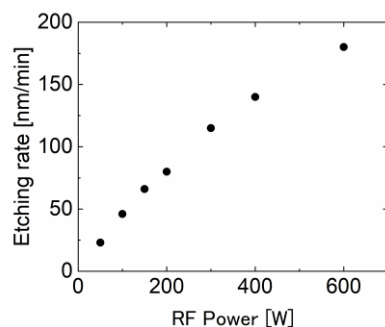


Fig. 1. The etching rate of ZnO as a function of RF power with pressure of 1.0 Pa.