

非平衡酸素窒素プラズマアシスト PLD 法による ZnO 薄膜の製膜

Fabrication of ZnO thin film by PLD using nonequilibrium oxygen-nitrogen plasma

阪府大院工, °金屋 良輔, 桐谷乃輔, 吉村 武, 芦田 淳, 藤村 紀文

°R. Kanaya, D. Kiriya, T. Yoshimura, A. Ashida, and N. Fujimura

Osaka Pref. Univ. E-mail: fujim@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】

本研究室ではこれまでに、窒素を用いた非平衡プラズマに微量酸素を添加することによって窒化力を有する N_2 2nd positive system (N_2 2PS) ¹⁾ や酸化力の強い NO- γ system (NO- γ) ²⁾ などプラズマ中の活性種を制御できることを報告している。³⁾ 通常は大気圧近傍で放電させることによって得られる非平衡プラズマを用いて、低ガス圧の成長法であるレーザーアブレーションを行う場合、大気圧非平衡プラズマに特徴的な活性種のふるまいを知っておく必要がある。今回、非平衡プラズマ中の活性種のガス圧力依存性を評価し、非平衡プラズマアシスト PLD 法の可能性を探った。

【実験方法と結果】

チャンバー内に設置した円筒型電極間に 1.5kV-2.9kV の電圧を印加し、 N_2 ガスを用いて放電させた。 N_2 ガスの流量、チャンバー内圧力、酸素の添加量を変化させ、活性種の脱励起に伴う発光を、発光分光分析を用いて評価した。Fig. に、純度 99.9% の N_2 ガスのみを用いて放電させたときの圧力と、NO- γ (235.2nm)、 N_2 2PS (357.0nm)、 N_2^+ ion(390.3nm)の比をプロットしたものを示す。(a)はターゲットにレーザー照射を行わず、発光分光分析を行った結果であり、(b)はレーザー照射を行った場合の結果である。低压側では大気圧プラズマでは得られない N_2^+ ion が支配的であるものの、1Torr 以上で急激に減少する。その変化に対応して NO- γ の発光が増加する。また、Fig.(b) から非平衡プラズマ内の活性種の存在比の傾向が、ZnO ターゲットにレーザー照射を行い、非平衡プラズマとアブレーションによるプルームを同時に発生させてもその発光種や強度は大きく変化しないことが分かる。

圧力を 1.4 Torr とし ZnO 薄膜を c 面サファイア基板上に製膜した。hall 効果測定の結果から、電子濃度は $2.9 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ であった。

講演では、ガス圧や微量酸素添加依存性を含めて非平衡プラズマアシスト PLD によって作製した ZnO 薄膜に関して詳細に議論する。

【参考文献】

- 1) R. Hayakawa et al. *J. Appl. Phys.* **100**, 073710 (2006).
- 2) M. Iwasaki et al., *J. Appl. Phys.* **103**, 023303 (2008).
- 3) Y. Nose et al., *J. Appl. Phys.* **119**, 195302 (2016).

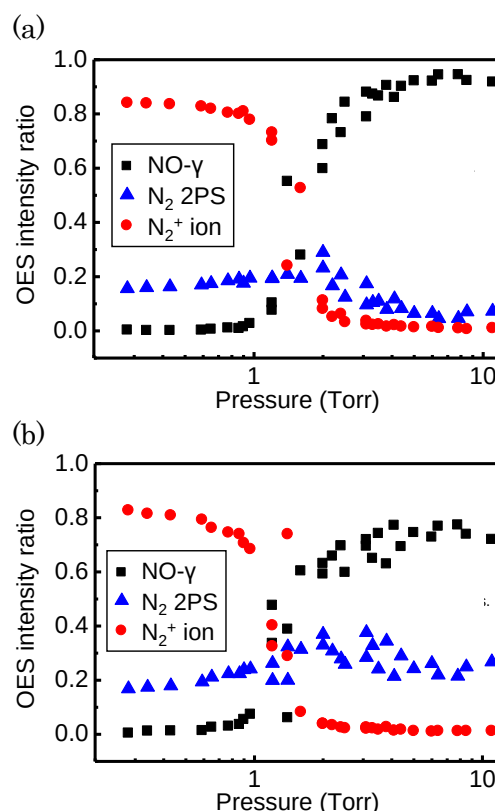


Fig. OES intensity ratio of NO- γ (235.2nm), N_2 2PS (357.0nm) and N_2^+ ion (390.3nm). Without(a), and(b) with laser irradiation to ZnO target.