

真空紫外光 (172 nm) 照射による PLD 合成 NiO 薄膜の導電性への影響

Effect of vacuum ultraviolet light (172 nm) irradiation on conductivity of

PLD grown NiO thin films

東工大物質理工¹, 神奈川県産技総研²

○(M1)金子 健太¹, 篠崎 佳晴¹, 金子 智^{2,1}, 松田 晃史¹, 吉本 護¹

Tokyo Tech¹, KISTEC²

○Kenta Kaneko¹, Y. Shinozaki¹, S. Kaneko², A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

E-mail: kaneko.k.am@m.titech.ac.jp

【はじめに】酸化ニッケル(NiO)は p 型の反強磁性ワイドギャップ半導体($E_g=3.6\sim4.0$ eV)として知られる。化学量論組成の NiO は室温で絶縁体($\sim 10^{13} \Omega\cdot\text{cm}$)であるが、酸素欠損による Ni^{2+} 空孔の形成により導電性が発現する^[1]。また、 Li^+ 置換型ドーピングによる Ni^{3+} 生成と正孔導入による導電性改善について研究されており、我々もエピタキシャル薄膜について報告してきた^[2]。一方、従来の異原子価ドーピングに加え、184.9 nm と 253.7 nm に輝線スペクトルをもつ低圧水銀ランプを用いた UV/O₃ 処理により、 $10^3 \Omega\cdot\text{cm}$ から $10^1 \Omega\cdot\text{cm}$ への導電性変化が報告されている^[3]。より短波長の真空紫外光($\lambda=172$ nm)を単一波長で発光し、光洗浄用光源として利用されてきた Xe₂ エキシマランプは、励起した分子結合の切断、O₃ や O¹(D)などの酸素ラジカルを効率よく生じることから、酸素活性種による酸化物薄膜のカチオン価数制御、キャリア濃度の増加に伴う導電性の向上も期待できる。本研究では、酸化物半導体の物性制御をもたらすエキシマ光プロセスを見出すことを目的として、パルスレーザー堆積(PLD)法により作製した NiO 薄膜に対する、真空紫外光照射が構造と導電性に与える影響を検討した。

【実験・結果】NiO 薄膜は KrF エキシマレーザー($\lambda=248$ nm)を用いた PLD 法により、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (0001)基板上に作製された。得られた NiO 薄膜に対して Xe₂ エキシマランプ(浜松ホトニクス, EX-mini L12530-01)を用いた真空紫外光照射を大気中で行った。照射前後の結晶性、表面形状についてそれぞれ X 線回折(XRD)、原子間力顕微鏡(AFM)によって評価した。また、真空紫外光照射によるシート抵抗変化をプローブ間距離を一定にした 4 端子法によって測定した。Fig. 1 は室温 PLD 合成 NiO 薄膜に対する、真空紫外光照射前後の XRD パターンである。照射前後いずれの薄膜においても、単結晶基板を除き岩塩型構造の NiO (111) 回折のみがみられ、また RHEED でもストリークパターンの面内六回対称性がみられたことから NiO (111) エピタキシャル薄膜であった。一方で、照射により 36° 近傍の NiO 111 回折においてわずかな強度減少と高角度側へのピークシフトも確認された。エキシマ光が生成した活性酸素種による Ni イオンの価数変化を示唆すると考えられる。Fig. 2 は PLD 合成された NiO (111) 薄膜の真空紫外光照射による抵抗変化である。PLD 合成直後の抵抗値は $149 \text{ M}\Omega$ であったが、120 min のエキシマ光照射により $55 \text{ k}\Omega$ に低減し、明らかな導電性の向上が得られた。講演では、NiO (111) エピタキシャル薄膜の堆積条件やエキシマ光照射条件による効果についても報告する。

[1] W. Jang et al., *J. Eur. Ceram. Soc.*, **30**, 503 (2010).

[2] N. Shiraishi et al., *MRS OPL*, **1241**, 1241-U04-38 (2009).

[3] R. Islam et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces.*, **9**, 17201 (2017).

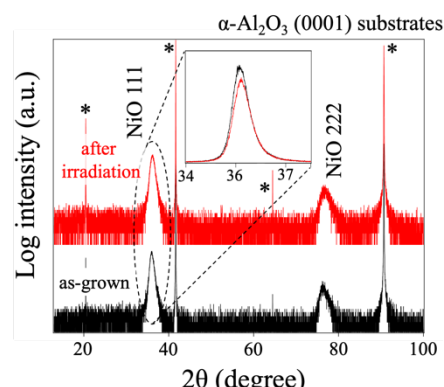


Fig. 1 XRD patterns of NiO thin films on $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (0001) substrates as-grown by PLD at RT and after Xe₂ excimer lamp irradiation (120 min in air).

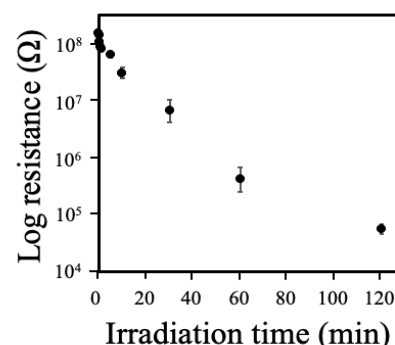


Fig. 2 Resistance of the NiO (111) thin film as a function of irradiation time of Xe₂ excimer lamp.